# வான நூல்

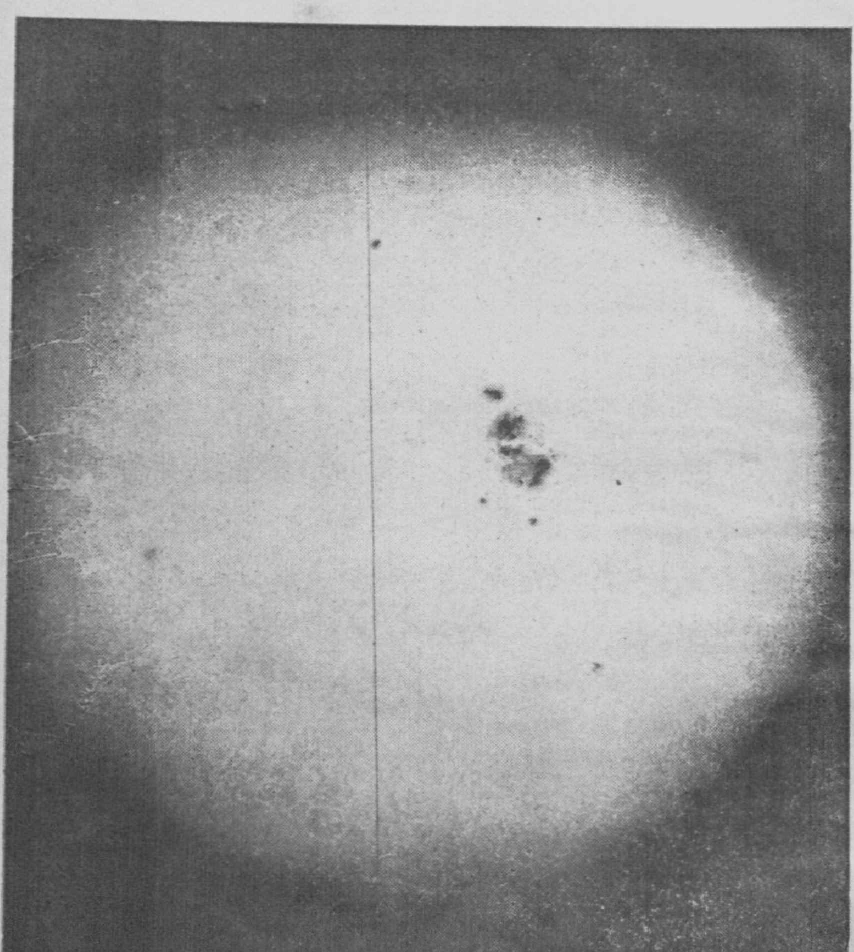
## ASTRONOMY FOR LAYMEN

CONNEMARA PUBLIC LIBRARY
1 - APR 1958
MADRAS

521

ஆசிரியர் :

திரு. A. சுந்தரமூர்த்தி M.A.,



முகப்புப் படம்

(கோடைக்கானல் வானமண்டல ஆராய்ச்சிக் கூடத்தில்
16—5—1951 அன்று எடுக்கப்பட்ட
சூரியனின் புகைப்படம்)

# வான நூல்

## ASTRONOMY FOR LAYMEN

[சென்னை பல்கலைக் கழகத்தாரின்
1951-'52 ஆண்டின் திராவிட
மொழி வளர்ச்சிப் பரிசு பெற்ற நூல்]

★

ஆக்கியவர் :

அ. சுந்தரமூர்த்தி M.A.,

★

பதிப்பாளர் :

மா. சு. மரகதம் அம்மாள்
நுங்கம்பாக்கம்
சென்னை
1954

முதல் பதிப்பு.

இப்புத்தகம் கிடைக்குமிடம்:

ஸ்ரீமதி M. S. மரகதம் அம்மாள்,

7-A. அகத்திஸ்வரன் கோவில் தெற்கு மாட வீதி,

நுங்கம்பாக்கம், சென்னை.

[சகல உரிமையும் பதிப்பாளருக்கு]

சண்டே டைம்ஸ் அச்சகம், பீட்டர்ஸ் ரோடு, சென்னை.

விலை ரூ. 4/12

# பதிப்புரை

வான சாஸ்திரத்தின் உண்மைகளை அனைவரும் அறிந்து பயன்படுமாறு எளிய முறையில் தமிழில் எழுதப்பட்டுள்ள இச்சிறு நூலை அச்சிட்டுத் தமிழ் உலகிற்கு அளிக்கும் சிறந்த ஒரு வாய்ப்பை நான் பெற்றேன். சென்னை பல்கலைக் கழகத்தாரின் பாராட்டையும், திராவிட மொழி வளர்ச்சிப் பரிசையும் பெற்றுள்ள இந்நூல் தமிழ் மக்களுக்குப் பெரிதும் பயன்படும் என்று நம்புகின்றேன்.

குறுகிய கால அளவில் இந்நூலை ஸண்டே டைம்ஸ் அச்சகத்தில் அழகுபட அச்சியற்றிக் கொடுத்த, அதன் மானேஜர் ஸ்ரீ J. S. வாஸன் அவர்கட்கும், அதனுடைய அலுவலர்கட்கும் என் நன்றியைத் தெரிவித்துக்கொள்ளுகிறேன்.

இப்பதிப்பை அன்புடன் ஏற்றருளுமாறு தமிழ் உலகைக் கேட்டுக் கொள்ளுகிறேன்.

துங்கம்பாக்கம்,
சென்னை
3—3—1954.

மா. சு. மரகதம்.

சமர்ப்பணம் :

**என் தாய் தந்தையர்க்கு**

# முகவுரை

வான சாஸ்திரம் என்ற விஞ்ஞானம் மிகவும் தொன்மையானது. என்று மனிதன் பகுத்தறிவு பெற்றுச் சூரியனையும், சந்திரனையும் கண்டு வியந்தானோ அன்றே அது பிறந்து விட்டது. சரித்திர காலத்துக்கு முற்பட்ட காலத்திலேயே மக்கள் பல நாடுகளிலும் வான ஆராய்ச்சியில் ஈடுபட்டு இருந்தனர். அதன் பயன்தான் விநாடி, நாழிகை, திதி, நாள், வாரம், திங்கள், ஆண்டு, யுகம், கற்பம் என்ற கால அளவைகளாம். இப்பெயர்கள் யாவும் எத்தனை ஆயிரம் ஆண்டுகட்கு முன்பு எந்நாட்டில் முதன்முதல் தோன்றின என்பதை இன்னும் அறியக்கூடவில்லை. ஒருநாட்டு மக்களின் நாகரிகமும், பண்பும் அவர்கள் அடைந்துள்ள வான ஆராய்ச்சித் திறனையும், வளப்பத்தையுமே காட்டுகின்றன. தாம் வாழும் உலகின் மேலுள்ள செடி கொடிகள், விலங்கு வகைகள், தம்முடைய உடல் கூறுகள், உள்ளக் இடக்கைகள், நீரிலும் நிலத்திலும் கலந்துள்ள தாதுப் பொருள்கள் இவற்றைப்பற்றி ஒரு சிறிதேனும் தாம் அறிந்துகொள்ளு முன்னரே மக்கள் வானத்தைப்பற்றி நன்கு ஆராய்ந்து வந்துள்ளார்கள்.

வானத்தில் தோற்றமளிக்கும் சூரியன், சந்திரன், புதன், வெள்ளி, செவ்வாய், வியாழன், சனி ஆகிய கோள்களின் இயக்கங்களைப்பற்றிப் பண்டைய மக்கள் மிக நுணுக்கமான உண்மைகள் பலவற்றை அறிந்திருந்தனர். எனினும், வானத்தில் காணப் பெறும் கோளங்கள் யாவும் எப்பொருளால் ஆக்கப்பட்டவை; பிரபஞ்சம் என்பது என்ன? சூரியன், விண் மீன்கள், இவற்றிற்குத் தனிச் சிறப்பாக உள்ள ஒளி என்பது யாது? என்ற இக் கேள்விகளுக்கெல்லாம் அவர்கள் விடை காண முயன்றது சென்ற முந்நூறு ஆண்டுகளாகத்தான். கலிலேயோ என்ற இத்தாலிய நாட்டு அறிஞர் 1608-ஆம் ஆண்டில் தூரதரிசினியைக் கண்டு பிடித்தார். அப்பொழுதுதான் நவீன வான சாஸ்திரம் பிறந்தது என்று கூறலாம்.

கடந்த மூன்று நூற்றாண்டுகளில் வான சாஸ்திரம் வெகு வேகமாக வளர்ந்து வந்துள்ளது. கணிதம், பௌதிகம், இரசாயனம், உயிர்நூல் ஆகிய விஞ்ஞானங்கள் கண்டறிந்த பல பெரும் உண்மைகள் வான ஆராய்ச்சிக்குப் பயன்பட்டன. ஐரோப்பிய நாடுகளிலும், வட அமெரிக்காவிலும் வான சாஸ்திரம் மிக உச்ச நிலையை அடைந்துள்ளது. ஆங்கிலம், பிரஞ்சு, ஜர்மன் போன்ற மொழிகளில் நாளுக்குநாள் கலைச்

சொற்கள் புதிது புதிதாக இயற்றப்படுகின்றன. ஆராய்ச்சித் துறையில் மனித உள்ளம் உயர்ந்து, உயர்ந்து எவ்வளவு நுண்ணிய கருத்துக்களை எட்டிப் பிடித்தாலும் அவற்றைப் பிறருக்கறிவிக்கும் பொருட்டு, உடனுக்குடனே அவற்றிற்கேற்ப புதிய சொற்களும் அமைக்கப்படுகின்றன.

நாள்தோறும் வளர்ந்துகொண்டே போகும் ஐரோப்பிய மொழிகளின் உதவியைக்கொண்டு தானும் துரிதமாக வளர்ந்து வரும் வான சாஸ்திரத்தைத் தமிழில் எழுதுவதில் பல குறைபாடுகள் உண்டு. அவற்றுள் தலையாயது இம்மொழியில் போதிய கலைச் சொற்கள் இன்னும் அமைக்கப்படாமைதான். பண்டைய காலத்தில் தமிழ் மொழியில் வான நூல்கள் பல இருந்ததாகப் பல சான்றுகளால் நாம அறிகின்றோம். அவற்றில் கையாளப்பட்டச் சொற்கள் பல இன்னும் நம் வழக்கில் உள்ளன. இப்பால் அந்நூல்கள் அனைத்தும் காலச் சக்கரத்தின் சுழல்வாய்ப்பட்டு மறைந்து விட்டன. நம் நற்காலத்தின் பயனாக வடமொழியிலும், தமிழ் மொழியிலும் சோதிடதத்துவங்களைப் பற்றிக் கூறும் நூல்கள் பல உள்ளன. சோதிட நூல்கள் யாவும் வான சாஸ்திர உண்மைகளை அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ளவை யாகையால் நமக்கு வேண்டிய பல சொற்களை நாம் அவற்றினின்றும் எடுத்துக்கொள்ளக்கூடும். ஆனால் நவீன வான சாஸ்திரத்தில் அவ்வப்போது புதிதாகத் தோன்றும் பல கருத்துக்களை வரிவடிவில் எழுதுவதற்குத் தகுந்த சொற்கள் ஏற்கெனவே தமிழில் இலவாயின. ஆகவே புதிதாகச் சில சொற்கள் தமிழில் புனைந்துகொள்ள வேண்டி இருக்கிறது. அல்லது, மேனாட்டு விஞ்ஞானிகளால் அமைக்கப் பட்டு, இப்போது மேனாட்டு மொழிகளில் நடைமுறையில் இருந்துவரும் சில சொற்களைச் சிதையாமல் தமிழிலும் ஏற்றுக் கொள்ள வேண்டி இருக்கிறது. அவை மொழி பெயர்க்கப் படின் அவற்றின் உண்மைப் பொருள் விளங்காமல் போகக்கூடும்.

இம்முறைகளைக் கையாண்டுதான், தமிழில் படிக்கத்தெரிந்த அனைவருக்கும் பயனுமாறு இயன்ற அளவு எளிய முறையில் இந் நூல் எழுதப்பட்டுள்ளது.

உலகியல்புகளில் சிக்கி, அலைப்புறும் மனித உள்ளம் அவற்றினின்றும் விடுபட்டு, விரிந்து, தனித்து, ஓங்கி, மேலான இன்பத்தைச் சுவைக்க வேண்டுமாயின், வான நூற் பயிற்சி மிகவும் இன்றியமையாதது என்பது அறிஞர்களின் துணிபு.

வானத்தை நோக்கி நோக்கியும், ஆங்கிலத்திலுள்ள பல வான நூல்களைப் படித்தும் யான் அடைந்துவந்துள்ள இன்பக் கிளர்ச்சிகளைப் பிறரும் அடையும்பொருட்டு அவர்களை அத்துறையில் ஆற்றுப்படுத்த யான் இந்நூலை எழுதினேன்.

*மற்றும் தமிழ் மொழியின் வளர்ச்சிக்குச் சிறிதளவேனும் பணியாற்ற வேண்டும் என்ற பேரவாவினாலும் தூண்டப்பட்டேன்.*

*தமிழன்னைக் காற்றிய இச்சிறு பணியையும் தமிழகம் ஏற்கும் என்று நம்புகின்றேன்.*

இந் நூலுக்குச் சென்னை பல்கலைக் கழகத்தார் தம் திராவிட மொழி வளர்ச்சித் திட்டத்தில் **1951—52**-ஆம் ஆண்டுப் பரிசை அன்பு கனிந்து அளித்து என்னைச் சிறப்பித்ததற்கு அவர்கட்கு என் பணிவையும் நன்றியையும் உரித்தாக்குகின்றேன்.

*இந்நூலை வெளியிடுவதற்குப் பெரிதும் உதவியாக இருந்து என்னை ஊக்கி வந்த என் அறிய நண்பர்கள், கோபிசெட்டி பாளையத்தில் உள்ள ஸ்ரீ E. N. பழனிச்சாமி கவுண்டர் B. A., B.L., ஸ்ரீ S. S. வாசன், ஆகிய பெருமக்களை நான் என்றும் மறவேன். பல நூல்களிலிருந்தும் குறிப்புக்களை எடுத்துக்கொடுத்தும், கையேட்டுக்களை எழுதியும், அச்சுப் பிழைகளைத் திருத்தியும் எனக்குதவி புரிந்த என் மகள் சாந்தாவுக்கும், மகன் அண்ணாமலைக்கும் என் நன்றி.*

*இந்நூலில் சேர்க்கப்பட்டுள்ள புகைப்படங்களைப் பிரசுரிக்கும் உரிமையை அன்புடன் தந்துதவிய கோடைக் கானல் சூரிய பௌதிக ஆராய்ச்சிக் கூடம், மௌண்ட் வில்சன், மௌண்ட் பேலமார், எர்கிஸ் ஆகிய வான ஆராய்ச்சிக் கூடங்கட்கு என் வந்தனத்தைத் தெரிவித்துக் கொள்ளுகிறேன். இப் புத்தகத்தில் கொடுக்கப்பட்டுள்ள படங்கள் அனைத்தும் மேனாட்டு வான நூல்கள் பலவற்றின் உதவியைக்கொண்டு வரையப்பட்டவையேயாம்.*

*இந்நூலைப் பதிப்பிக்கும் உரிமையையும், பொறுப்பையும் அன்புடன் ஏற்றுக்கொண்டு குறுகிய கால அளவில் இதைப் புத்தக உருவில் தமிழ் உலகிற்கு அளித்த ஸ்ரீமதி மரகதம் அம்மாளுக்கு என் நன்றி.*

*இறுதியாக இதைப் பதிப்பித்து வெளியிட எனக்கு அனுமதி தந்த சென்னை அரசாங்கத்துக்கு என் வணக்கத்தைத் தெரிவித்துக்கொள்ளுகிறேன்.*

*கோபி செட்டிப்பாளையம்,*
*1—3—1954.*

**அ. சுந்தரமூர்த்தி.**

# பொருளடக்கம்


| அத்தியாயங்கள் | | | பக்கம் |
|---|---|---|---|
| 1. | வானம் | ... | 1 |
| 2. | புராதன வான ஆராய்ச்சி | ... | 4 |
| 3. | வான ஆராய்ச்சியின் பிறப்பு | ... | 7 |
| 4. | ககோளம் (The Celestial Sphere) | ... | 10 |
| 5. | அளவைக் கோல் | ... | 14 |
| 6. | துணைக் கருவிகள் | ... | 15 |
| 7. | ஒளி | ... | 21 |
| 8. | சூரியன் | ... | 28 |
| 9. | கோள்கள் | ... | 52 |
| 10. | பூமி | ... | 64 |
| 11. | சந்திரன் | .. | 94 |
| 12. | புதன் | ... | 108 |
| 13. | வெள்ளி | ... | 110 |
| 14. | செவ்வாய் | ... | 114 |
| 15. | வியாழனும், பிற கோள்களும் | ... | 118 |
| 16. | வால்மீன்களும், எரிமீன்களும் | ... | 129 |
| 17. | மீன் கூட்டங்கள் | ... | 138 |
| 18. | ஆகாயக் கங்கை | ... | 159 |
| 19. | விண் மீன்களின் இயல்புகள் | ... | 163 |
| 20. | நெபுலங்கள் | ... | 175 |
| 21. | பிரபஞ்சம் | ... | 177 |
| | அனுபந்தங்கள் | ... | 181 |

# புகைப்படங்கள்


| விவரம் | | பக்கம் |
|---|---|---|
| சூரியன் | ... | முகப்புப் படம் |
| 1. கோடைக்கானல் வான ஆராய்ச்சிக் கூடம் | ... | 9 |
| 2. கோடைக்கானல் வான ஆராய்ச்சிக் கூடத்தில் அமைக்கப்பட்டுள்ள 20-அங்குல தூரதரிசினி. | ... | 9 |
| 3. 20-அங்குல தூரதரிசினியின் மற்றொரு தோற்றம் | ... | 9 |
| 4. சூரியனின் ஒளிமுடி | ... | 37 |
| 5. சூரியனின் தணற் கொழுந்துகள் | ... | 38 |
| 6. சந்திரகிரஹண நிகழ்ச்சியில் சந்திரனின் பல தோற்றங்கள் | ... | 103 |
| 7. சந்திர பிம்பத்தின் தென்புறத்தில் ஒரு பகுதியின் தோற்றம் | ... | 105 |
| 8. ஆண்டிரோமீடா நெபுலம் | ... | 141 |
| 9. இருத்திகைக் கூட்டம் | ... | 143 |
| 10. ஒரு மீன் திரள் | ... | 145 |
| 11. ஓரியான் நெபுலம் | ... | 149 |
| 12. ஒபியூசி முகில் | ... | 172 |

# படங்கள்


| | விவரம் | பக்கம் |
|---|---|---|
| 1. | துருவதாரை | 11 |
| 1(a) | ககோளத்தின் தோற்றம் | 12 |
| 2. | ககோளம் | 13 |
| 3. | ஸ்பெக்ட்ரம் (ஒளிவண்ணம்) | 23 |
| 4. | சூரிய ஒளியில் கலந்துள்ள கதிர்கள் | 23 |
| 5. | சூரிய பிம்பத்தின் தோற்றங்கள் | 29 |
| 6. | அணுக்களின் சேர்க்கை | 34 |
| 7. | மின்னணுக்கள் (குருக்ஸ் சோதனை) | 34 |
| 7(a) | ஹீலியம் அணுவில் இரு எலக்ட்ரான்களும் ஒரு நியூகிளியஸும் | 35 |
| 8. | சூரியனில் காணும் கரும்புள்ளிகள் | 39 |
| 9. | ஒரு கரும்புள்ளியின் குறுக்குத் தோற்றம் | 41 |
| 10. | சூரிய கிரஹணம் | 44 |
| 11. | சூரிய கிரஹணம் (பரிமாணங்கள்) | 45 |
| 12. | சூரிய கிரஹணம் தோற்றுமிடங்கள் | 46 |
| 13. | ஒளிக்கதிர்கள் வளைதல் | 47 |
| 14. | புடைபெயர்ச்சி (Parallax) | 49 |
| 15. | செவ்வாயின் புடைபெயர்ச்சி | 50 |
| 15(a) | செவ்வாயின் புடை பெயர்ச்சி (க்ஷேத்திரப்படம்) | 50 |
| 16. | சூரியன்—கோள்கள்—ஒப்பளவுகள் | 52 |
| 17. | சூரியனும், கோள்களும | 53 |
| 18. | அண்ட வடிவம் அமைக்கும் முறை | 59 |
| 19. | கோள்களின் பிறப்பு | 68 |
| 20. | போகால்ட் பெண்டுலம் | 75 |
| 21. | பூமியின் புரைகள் | 77 |
| 22. | வாயுமண்டலம் ஒளியைச் சிதறுதல் | 79 |
| 23. | பூமியின் குறுக்குத் தோற்றம் | 80 |
| 24. | நட்சத்திர நாளும், சௌர நாளும் | 83 |
| 25. | கிராந்தி வட்டமும், நாண்மீன்களும் | 84 |
| 26. | ககோளம் | 85 |
| 27. | சூரியனுடைய கதியின் மெய்த் தோற்றம் | 87 |
| 28. | பருவபேதம் | 88 |
| 29. | சூரியகதியும், பருவங்களும் | 89 |
| 30. | கோடையும், குளிர்காலமும் | 90 |
| 31. | அயனச் சலனம் | 92 |
| 32. | துருவச் சலனம் | 93 |
| 33. | சந்திரனுடைய கலைகளின் தோற்றம் | 99 |
| 34. | கிரஹணங்களைப் பற்றின பொது விதிகள் | 100 |
| 35. | சந்திரனின் இயக்கங்கள் | 101 |
| 36. | பூமியின் நிழலில் சந்திரனின் நுழைவு | 102 |
| 37. | புதனுடைய கதியின் சுழற்சி | 109 |

| விவரம் | | | பக்கம் |
|---|---|---|---|
| 38. | வெள்ளியின் பிறைகள் | ... | 111 |
| 39(a) | செவ்வாயின் தோற்றங்கள் | ... | 114 |
| 39(b) | செவ்வாய் தூர தரிசினியில் தோற்றும் விதம் | ... | 115 |
| 40. | வியாழன் | ... | 119 |
| 40(a) | வியாழனின் உருவபேதம் | ... | 120 |
| 40(b) | வியாழனின் செம்புள்ளி | ... | 120 |
| 41. | வியாழன் வக்கரித்தல் | ... | 122 |
| 42. | வியாழன் வக்கரித்தல் | ... | 122 |
| 43. | சனி | ... | 123 |
| 44. | சனியின் வளையத்தினது பல தோற்றங்கள் | ... | 124 |
| 45. | வால்மீனின் கதிகள் | ... | 130 |
| 46. | வால்மீனின் தோற்றம் | ... | 131 |
| 47. | ஒரு எரிமீன் | ... | 134 |
| 48. | வானமண்டலப் பகுதிகள் | ... | 139 |
| 49. | துருவதாரை | ... | 140 |
| 50. | கேசியோபியா | ... | 141 |
| 51. | கேபல்லா | ... | 142 |
| 52. | ஜெமினி | ... | 143 |
| 53. | சபதரிஷிக் கூட்டம் | ... | 144 |
| 54. | ஹெர்குலிஸ் | ... | 145 |
| 55. | வீகா | ... | 146 |
| 56. | சிட்டஸ் | ... | 147 |
| 57. | சிரியஸ், ஓரியான் | ... | 148 |
| 58. | மகம் | ... | 150 |
| 59. | சுவாதி | ... | 151 |
| 60. | திருவோணம் | ... | 152 |
| 61. | பெகேசஸ் | ... | 152 |
| 62. | பார்மால் ஹாட் | ... | 153 |
| 63. | எரிடேனஸ் | ... | 153 |
| 64. | அகஸ்தியர் | ... | 154 |
| 65. | திரிசங்கு | ... | 155 |
| 66. | விருச்சிகம் | ... | 156 |
| 67. | தனுஸ் | ... | 157 |
| 68. | தென் துருவ வட்டாரம் | ... | 158 |
| 69. | ஆகாயக் கங்கை | ... | 160 |
| 70. | மீன் மண்டலங்கள் | ... | 162 |
| 71. | மீன்களின் வயது | ... | 167 |
| 72. | சில மீன்களின் குறுக்களவுகள் | ... | 169 |
| 73. | சப்தரிஷிக் கூட்டம் | ... | 170 |
| 74. | மீனின் வளர்ச்சி | ... | 174 |
| 75. | நெபுலங்களின் உருவ வகைகள் | ... | 176 |

# வான நூல்

## அத்தியாயம் 1

### வானம்

உலகத்தின் உற்பத்திக்குக் காரணம் சூரியன். சூரியனின் ஒளியின்றி உயிர் வகைகள் வாழா. இரவிற்கு ஓர் இனிய சோபையையும், ஓய்ந்த உள்ளத்திற்கு இன்பத்தையும் கொடுப்பவன் சந்திரன். இவ்விரு சுடர்களையும் போற்றாத நாடுகள் உலகிற் கிடையா. பண்டைய மக்கள் இவற்றிற்குக் கோயில்கள் கட்டி வழிபாடு செய்தனர்; தம் நன்றியை அறிவித்துக் கொண்டனர்.

தமிழ் நாட்டினர் கொண்டாடும் விழாக்களில் தலைசிறந்தது பொங்கல் விழாதான். அவ் விழாவில் சூரியன் அருளிய மழைக்காகவும், அதனால் தாம் பெற்ற உழவுச் செல்வத்திற்காகவும் அவர்கள் அவனுக்குப் புதுப் பாண்டங்களிற் பாற்பொங்க லிட்டுப் படைக்கின்றனர்.

பொங்கல் விழாவை மகர சங்கராந்தி என்றும் வழங்குவதுண்டு. மழையினாலும், பனியினாலும், நோய் நொடிகளினாலும், உழைப்பின் களைப்பினாலும் வருந்திக் கிடந்த மக்களின் வாட்டத்தைப் போக்க சூரியன் அன்றுதான் தெற்கிலிருந்து வடக்கே செல்லத் தொடங்குகிறான்.

சந்திரனுடைய மோகன எழிலில் ஈடுபடாத உள்ளமும் உண்டோ? முதியோரும், இளையோரும், அரசனும், ஆண்டியும் அவனுடைய இன்ப ஒளியைச் சமமாகப் பகிர்ந்து கொள்ளுகின்றனர். அவன் குழந்தைகளின் விளையாட்டுத் தோழன்; காதலரின் துணைவன். அவனைப் புகழ்ந்துரையாத இலக்கியங்கள் உலகில் கிடையா.

மேல் வானத்தில் ஒரு நாள் வில்லென வளைந்து, ஒரு மெல்லிய தங்கக் கம்பி போன்று தோன்றும் சந்திரன் நாளொருமேனியும் பொழுதொரு வண்ணமுமாகக் கலை கலையாக வளர்கின்றது; பதினைந்து நாட்களில், தன் முழு உருவத்தையும் பெற்று, முழு மதியாக, மாலையில் கிழக்கில் தோன்றித் தண்ணிய நிலவைப் பொழிந்து, வானம் முழுவதிலும் தனியரசு செலுத்திக் காலையில் மேற்றிசையில் படுகிறது; மீண்டும் தன் கலைகளை ஒவ்வொன்றாக இழந்து, பதினைந்தாம் நாள் முற்றிலும் உரு மறைந்து விடுகிறது.

சந்திரனுடைய போக்கே மிகவும் விந்தையானது! சில நாட்கள் தொடர்ந்து வானத்தை நோக்கினால், சந்திரன் நாடோறும் புதுப் புது விண்மீன்களின் அருகில் காணப்படுவது தெரியும். ஓர் இரவில் ஒரு மீன்கூட்டத்தினருகில் காணப்பட்ட சந்திரன் அடுத்த நாள் இரவில் அப்பால் நகர்ந்து வேறு ஒரு மீன் கூட்டத்தின் அருகில் தோற்றமளிக்கிறது. மூன்றாம் பிறையன்று, மேற்கில் அடிவானத்தில் தோற்றிய பிறை நிலா நாளுக்கு நாள் கிழக்கு நோக்கிப் பெயர்ந்து செல்லுவதை அறியாதவர்கள் இல்லை.

. வான நிகழ்ச்சிகள் யாவற்றிலும் சிறந்ததொரு சம்பவம் உண்டு. இதைத்தான் "கிரஹணம்" என்று கூறுகின்றோம். ஓர் அமாவாசையன்று சூரியன் தன் பிம்பத்தின் ஒரு பகுதியைச் சில நாழிகைகள் இழந்து விடுகிறான்; முழு பிம்பத்தையும் இழந்து விடுவதுமுண்டு. இதற்குச் சூரிய கிரஹணமென்று பெயர். அவ்வாறே சந்திரனும் பௌர்ணமியன்று தன் பிம்பத்தின் முழுவதையுமோ, அன்றி, ஒரு பகுதியையோ சிறிது நேரம் இழந்து விடுகிறான். இதற்குச் சந்திர கிரஹணம் என்று பெயர். இந் நிகழ்ச்சிகளைக் கண்டு பெரிதும் வியக்கின்றோம்.

வானத்தில் எண்ணிறந்த மீன்கள் வயிரக்கற்கள் போன்று மிளிர்கின்றன. நீலம், பச்சை, மஞ்சள் ஆகிய ஒளிக் கதிர்களை மாறி மாறி வீசுகின்றன. அவற்றுள் ஒரு சில மீன்கள் கண்கவரும் வனப்புடன் விளங்குகின்றன.

ஒரு குறிப்பிட்ட விண்மீன் ஒரு நாள் இரவில் 12 மணிக்கு உச்சி வானுக்கு வருகிறது என்று வைத்துக் கொள்ளுவோம். ஒரு மாதங் கழிந்த பிறகு, அது இரவு 10 மணிக்கு உச்சி வானுக்கு வரும்; அடுத்த மாதம் 8 மணிக்கு வரும்; அதற்கடுத்த மாதம் மாலை 6 மணிக்கே உச்சியை யடையும். என்ன விசித்திரம்! வான வெளியில் மிதந்து கொண்டிருக்கும் கோளங்கள் யாவற்றிலும் ஒரு உயிர்க் களையைக் காண்கின்றோம்; ஓர் ஓட்டத்தையும் உணர்ச்சியையும் அறிகின்றோம்.

வான விந்தைகட்குக் கணக்கு வழக்கே இல்லை. விண் மீன்கள் அனைத்தும் கூட்டம் கூட்டமாக இரவில் கிழக்கு மேற்காய்ப் பவனி வருகின்றன. சற்றுக் கற்பனைச் சிந்தனையோடு நோக்கும்போது, அவற்றுள் சில விலங்குகள் போலவும், சில பறவைகள்போலவும், மற்றும் சில மனிதர்களைப் போலவும் தோற்றமளிக்கின்றன. அவற்றின் உருவ அமைப்பில் மாறுபாடு ஏதும் தோன்றுவ தில்லை; அவை பல்லாயிரம் ஆண்டுகட்கு முன்னர் வாழ்ந்து வந்த மக்களின் கண்களுக்கு எவ்வாறு தோற்றினவோ அவ்வாறேதான் இன்று நம் கண்களுக்கும் தோற்றுகின்றன.

ஆனால் சில மீன்கள் மட்டிலும், அவ்வாறல்லாமல், நாடோறும், மாதந்தோறும், ஆண்டுதோறும் வானத்தில் மேற்கிலிருந்து

கிழக்கு நோக்கி நகர்ந்து செல்லுகின்றன. இவ்வியக்கத்தில் இவற்றைச் சந்திரனுக்கு ஒப்பிடலாம். சந்திரனைப் போலவே இவையும் வானத்தில் ஒரு குறிப்பிட்ட வழியிலேயே நகர்ந்துசெல்லுகின்றன. சந்திரன் கடந்து செல்லும் மீன்களேயும், மீன் கூட்டங்களேயும் அவையும் கடந்து செல்லுகின்றன. இத்தகைய மீன்களுக்குக் "கோள்கள்" (Planets) என்று பெயர்; பழங் காலத்து மக்கள் சூரியனையும் சந்திரனையுங் கூட கோள்களாகவே மதித்தனர். ஞாயிறு, திங்கள், செவ்வாய், புதன், வியாழன், வெள்ளி, சனி, ஆகிய பெயர்களைக் கொண்ட இக்கோள்களின் இயக்கத்தை நாடோறும் கண்ணுறுபவர்கட்கு அளவற்றத் திகைப்பும், வியப்பும் உண்டாகின்றன. அவை விசும்பில் ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோரிடத்துக்குப் பெயரும் போதெல்லாம், மக்களின் வாழ்க்கையிலும், சமூக அமைப்பிலும், மழை, காற்றுப் போன்ற இயற்கை நிகழ்ச்சிகளிலும் பெரிய மாறுதல்கள் காணப்படுவதாக நம் முன்னோர் கருதினர். எனவே அக்கோள்களுக்குக் கோயில்கள் நிறுவி, அவற்றின் உருவச் சிலைகளை வைத்து வழிபடுவாராயினர். இக்கோயில்கள் தாம் இன்றும் "நவகிரகக் கோயில்கள்" என்ற பெயருடன் வழங்கி வருகின்றன. இந்த நம்பிக்கையை அடிப்படையாகக் கொண்டு வளர்ந்து வந்ததுதான் சோதிட சாஸ்திரம்.

ஓர் அமாவாசை இரவினில் நகர்ப் புறத்தைத் தாண்டியுள்ள வெட்ட வெளியில் நின்று, வானத்தைச் சிறிது நேரம் கவனித்தால் நம் சிந்தையைக் கவரும் மற்றொரு காட்சியையும் காணலாம். அங்கொன்று இங்கொன்றாகச் சில மீன்கள் நம் கண்களுக்கு முன்பு மின்னலைப் போன்று, பளிச்சென்று இமைப் போதில் ஓடி மறைந்து விடுகின்றன. இவற்றைத்தாம் நாம் "எரி மீன்கள்" (Meteors) என்கிறோம்; பேரொளியைக் கக்கிக் கொண்டு, மிகப் பெரிய எரிமீன்கள் மனோ வேகத்தில் மின்வெட்டுப்போல் செல்லுவது ஒரு பெரும் கண்கொள்ளாக் காட்சியாகும். நம் முன்னோர்கள் இம்மீன்களிலும் தம் கருத்தைச் செலுத்தினர். ஒரு பெரும் மீன் விழுந்தால் உலகில் பெரியார் யாரேனும் ஒருவர் இறப்பதன் நிமித்தமாகும் என்று அவர்கள் நினைத்தனர்.

"வால் மீன்" (Comet) என்பது மற்றுமொரு காட்சியாகும். திடீரென்று ஒரு நாள் இரவில் நீண்டதொரு வாலுடனே ஒரு மீன் விண்ணில் தோன்றுகின்றது. இது சில நாட்கள் வரையிலும் பேரொளி வீசி, வானத்தை வாலால் அளந்து, பிறகு மறைந்து விடுகிறது. இம்மீனுக்கு வட மொழியில் "தூமகேது" என்பார்கள். இது வானத்தில் தோன்றினால், உலகிற்குப் பெரு வாரியாக ஏதோ ஒரு தீங்கு நிகழுமென்ற ஒரு நம்பிக்கை உலகில் நிலவுகின்றதாகையால், இதைக் கண்ணுறும் மக்களின் நெஞ்சில் அச்சமும், திகிலும் குடிகொள்ளுகின்றன.

# அத்தியாயம் 2

## புராதன வான ஆராய்ச்சி

கலியுகம் தொடங்கி இற்றைக்குச் சுமார் 5050 ஆண்டுகள் ஆகின்றன. இந்தக் கால அளவைத்தான் சரித்திர காலம் என் கின்றோம். கலியுகம் கிறிஸ்துவுக்கு முன்பு 3102-ஆம் ஆண்டு தொடங்கியது. இந்த 5000 ஆண்டுகளில் வாழ்ந்து வந்துள்ள மனித சமூகத்தின் சரித்திரங்களை நாம் எளிதில் அறிந்து கொள் ளப்போதிய சான்றுகள்கிடைத்துள்ளன. அதற்குமுன்பு மனிதன் உலகில் எந்தெந்தப் பாகங்களில் வசித்து வந்தான், எத்தகைய வாழ்க்கையை நடத்தி வந்தான், அவனுடைய பண்பும், நாகரிக மும் எத்தன்மையவாக இருந்தன என்ற இக்கேள்விகளுக்குத் தெளிவான, திட்டமான விடைகளைச் சரித்திர ஆராய்ச்சி இன்னும் அளிக்கவில்லை. அனுமானங்களினாலும், பிற்கால இலக்கியங்களி னாலும், புதைபொருள் ஆராய்ச்சியாலும், சரித்திர காலத்துக்கு முற்பட்ட மக்கள் சமூகத்தின் வாழ்க்கைக் கூறுகளை ஒருவாறு ஊகித்தறிந்து கொள்ளுகின்றோம்.

மேற்கூறப்பட்ட ஆராய்ச்சி முறைகளின் உதவியால் கலியுகம் பிறப்பதற்குப் பல்லாயிரம் ஆண்டுகட்கு முன்னர் ஒரு மனித சமூ கம் மத்திய ஆசியாவில் வாழ்ந்துவந்தது என்று அறிகின்றோம். பரந்த புல்வெளிகளிலும், வானளாவும் மலைத் தொடர்களினிடை யிலும், கண்கவரும் இயற்கைக் காட்சிகளிலும் அவர்களுடைய வாழ்க்கை அமைந்திருந்தது. வயிற்றுப்பாட்டிற்குச் செலவழித்த காலந் தவிர மற்ற நேரங்களில் அவர்கள் வான விந்தைகளில் தம் கருத்தைச் செலுத்தி வந்தனர். விண்மீன்களையும், கோள்களை யும் வெவ்வேறாகக் கண்டார்கள்; சூரியன், சந்திரன முதலாய ஏழு கோள்களின் இயக்கங்களையும் நன்கு ஆராய்ந்தறிந்தனர். இக் கோள்கள் சுற்றிவரும் வழியைப் பன்னிரண்டு வீடுகள் அல்லது இராசிகளாகப் பிரித்தார்கள். வாரத்தின் ஏழு நாட்களுக்கும் அவர்கள் முறையே ஏழு கோள்களின் பெயர்களையே கொடுத் தனர். சந்திரனுடைய வான உலாவில் அவனுடன் நாளுக் கொன்றாகத் துணைக்கொள்ளும் விண்மீன்களை இருபத்தேழு கூட் டங்களாகப் பகுத்து, ஒவ்வொரு கூட்டத்துக்கும் ஒரு பெயரையும் ஈந்தனர். இக்கூட்டங்கட்கு நாண்மீன்கள அல்லது நட்சத்திரங் கள் (Constellations) என்று பெயர்.

சூரியன் ஒவ்வொரு இராசியில் ஒரு மாதம் உறைவதும், பன்னிரண்டு இராசிகளையும் அது ஓராண்டளவில் ஒருமுறை சுற்றிவந்து விடுவதும் அவர்களால் கண்டறியப்பட்ட நிகழ்ச்சி களேயாம்.

காலபேதத்தால், இம்மத்திய ஆசிய மக்கள் பிற்காலத்தில் இடம் பெயர்ந்து, கிழக்கு, மேற்கு, தெற்கு ஆகிய திசைகளில்

திரள்திரளாகச் சென்று, ஆசியா, ஐரோப்பா, ஆப்பிரிக்கா ஆகிய கண்டங்களில் குடியேறினர். சீனம், இந்தியா, சால்டேயம், கிரேக்கம், எகிப்து ஆகிய நாடுகள் அவர்களால் அமைக்கப்பட்டவையே. அவ்வாறு தம் மத்திய ஆசிய இல்லத்தைவிட்டு இடம்பெயர்ந்த அவர்கள் வான விந்தைகளைப்பற்றித் தாம் கண்டறிந்த உண்மைகளைக் குடியேற்ற நாடுகட்குங் கொண்டு சென்றனர். அந்நாடுகள் ஒவ்வொன்றிலும் அவ்வுண்மைகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு மேலும் ஆராய்ச்சி வளர்ந்தது.

இந்திய நாட்டில் இந்தியர் கையாண்ட ஆராய்ச்சி முறைகள் மிக நுட்பமானவை. அவற்றிற்கு அவர்களுடைய உயரிய கணிதத் தத்துவங்கள் பெரிதும் உதவின. க்ஷேத்திரக் கணிதம் (Geometry), திரிகோணக் கணிதம் (Trigonometry), சங்கேதக் கணிதம் (Algebra) ஆகிய முறைகளினால் கோள்களின் இயக்க நுட்பங்கள் கணிக்கப்பட்டன. வான ஆராய்ச்சிக் கூடங்கள் (Observatories) நிறுவப்பட்டு, அவற்றினுள் இயந்திரங்களும் அமைக்கப்பட்டன.

இவ்வாராய்ச்சிகளை விவரித்துப் பல நூல்கள் இயற்றப் பட்டன. அக்காலத்தில் இவற்றிற்கு "ஜியோதிஷ நூல்கள்" என்று பெயர். அவற்றுள் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவை பராசர சித்தாந்தம், சூரிய சித்தாந்தம், ஆரிய சித்தாந்தம், சித்தாந்த சிரோமணி, பஞ்ச சித்தாந்திகை, பிருகத் சங்கிதை, பிரம்ம சித்தாந்தம், இரத்தின மாலை, சோதிட தத்துவம், வேதாங்க சோதிடம், பௌலிக சித்தாந்தம், உரோமகம் ஆகிய நூல்கள் தாம். வான நூல்களை யியற்றி சில அறிஞர் என்றும் அழியாத புகழைப் பெற்றார்கள். பராசரர், ஆரிய பட்டர், பிரம்மகுப்தர், வராகமிகிரர், ஸ்ரீபதி, பாஸ்கராச்சாரியார் என்ற இப்பெயர்களால் இந்நாடு அளவற்ற மதிப்பை யடைந்திருக்கின்றது.

கோள்களின் இயக்கங்களைப்பற்றிப் பண்டைய இந்தியர் தந்துள்ள கணக்குகட்கும், பல நூதன கருவிகளின் உதவியைக் கொண்டு இக்காலத்தில் நடைபெற்று வரும் வான ஆராய்ச்சியில் கொடுக்கப்படும் கணக்குகட்கும் இடையே அதிக பேதமில்லை. உதாரணமாக, சூரிய சித்தாந்தத்தின்படி, சூரியனைப் பூமி ஒருமுறை சுற்றிவர 365.25875 நாட்களும், பூமியைச் சந்திரன் ஒருமுறை சுற்றிவர 27·32167 நாட்களும், புதனுடைய சுற்றுப் பிரயாணத்துக்கு 87.9697 நாட்களும், வெள்ளிக்கு 224 69792 நாட்களும், செவ்வாய்க்கு 686.9975 நாட்களும், வியாழனுக்கு 4332·3206 நாட்களும், சனிக்கு 10765·773 நாட்களும் ஆகின்றன. நூறு ஆண்டுகட்கு முன்னர் வாழ்ந்து வந்த ஹெர்ஷல் (Herchel) என்ற ஆங்கில வான சாஸ்திரியின் கணக்கின்படி முறையே, பூமிக்கு 365.25636 நாட்களும், சந்திரனுக்கு 27.32166 நாட்களும், புதனுக்கு 87·96925 நாட்களும்,

வெள்ளிக்கு 224·70079 நாட்களும், செவ்வாய்க்கு 686.9796 நாட்களும், வியாழனுக்கு 4332.5448 நாட்களும், சனிக்கு 10759·220 நாட்களும் செல்லுகின்றன. இவ்விரு புள்ளிகளையும் ஒப்பிடும்போது பண்டைய இந்திய மக்களின் வான ஆராய்ச்சி நுண்மையையும், கணிதப் புலமையையும் நன்கு அறிகின்றோம்.

அவர்கள் காலத்தையும் அளந்தறிந்தார்கள். அவர்களால் கையாளப்பட்ட அளவைகளாவன:—காலத்தின் மிகச் சிறிய அளவை ஒரு விநாடி. அறுபது விநாடிகள் கொண்டது ஒரு நாழிகை. அறுபது நாழிகை கொண்டது ஒரு நாள். 365¼ நாட்கள் கொண்டது ஒரு ஆண்டு. 43,20,000 ஆண்டுகள கொண்டது ஒரு சதுர் யுகம், அல்லது மகா யுகம். 71 மகா யுகங்கள் கொண்டது ஒரு மனுவந்திரம். ஆயிரம் மகாயுகங்கள் சேர்ந்தது ஒரு கற்பம். ஒவ்வொரு கற்பத்தினிறுதியிலும் உலகம் அழிந்து விடுகிறது. பிரம்மதேவன் ஆயுளில் ஒரு பகல் ஒரு கற்பமாகும்; ஒரு நாள் இரண்டு கற்பங்களைக் கொண்டது. பிரம்மனுக்கு வயது 100 ஆண்டுகள், அதாவது 73,000 கற்பங்கள். அவனுடைய ஆயுளில் பாதி கழிந்துவிட்டது. இப்போது நாம் வாழ்கின்ற கற்பம் அவனுடைய 51-ம் ஆண்டில் உள்ளது. இக் கால அளவைகளை நிருமாணித்த பண்டைய இந்தியரின் நெஞ்சு விரிவையும், கணித அறிவின் நுண்மையையும் கண்டு வியக்கிறோம்!

இந்திய மக்களின் வாழ்க்கையிலேயே வான சாஸ்திரம் இரண்டறக் கலந்துவிட்டது.

வான சாஸ்திரம் இந்தியாவில்மட்டுமின்றி, கிரேக்கம், சால்டேயம், எகிப்து, சீனம் ஆகிய நாடுகளிலும் ஓங்கி வளர்ந்தது.

வான ஆராய்ச்சியில் கண்டறிந்த உண்மைகள் மக்கள் வாழ்க்கையில் பல துறைகளிற் பயன்பட்டன. காலத்தைக் கணிக்கவும், விண்மீன்களின் உதவியைக்கொண்டு திசையறிந்து மரக்கலங்களோட்டவும், மழையும், ஆற்றுப் பெருக்கங்களும் உண்டாகுங் காலங்களை முன்னரறிந்து பயிர்த்தொழில் நடத்தவும், கோள்களின் பெயர்ச்சிக்கேற்றவாறு மனித வாழ்க்கையில் நிகழ்வதாகக் கொள்ளப்பட்ட நிமித்தங்களை அறிவதற்கும் அவை உபயோகமாயின.

# அத்தியாயம் 3

## வான ஆராய்ச்சியின் பிறப்பு

முற்காலத்தில் வாழ்ந்துவந்த மக்கள் நம் பூமிக்கு ஒரு தனிச் சிறப்பை யளித்திருந்தனர். சூரிய சந்திரர்களும், ஏனைய கோள்களும், விண்மீன்களும் நாடோறும் பூமியை வலம் வருவதாகக் கருதினர்.

இ. பி. 16-ஆம் நூற்றுண்டில் ஐரோப்பாவில் வான தத்துவத்தில் ஒரு பெரும் புரட்சி நிகழ்ந்தது. இப் புரட்சிக்குக் காரணமானவர் "கோபர்நிகஸ்" (Copernicus) என்ற ஒரு போலந்து நாட்டுப் பாதிரியாராவர். 'பூமி சலனமற்று நிற்க, அதைச்சுற்றி வானம் நகர்ந்து கொண்டிருக்கிறது' என்ற கொள்கை உண்மைக்குப் புறம்பானது என்று அவர் கண்டார். சூரியனை நடுவிற் கொண்டு, பூமியும், கோள்களும் அதைச் சுற்றிச் சுற்றி வருகின்றன என்று அவர் எடுத்து விளக்கினர்.

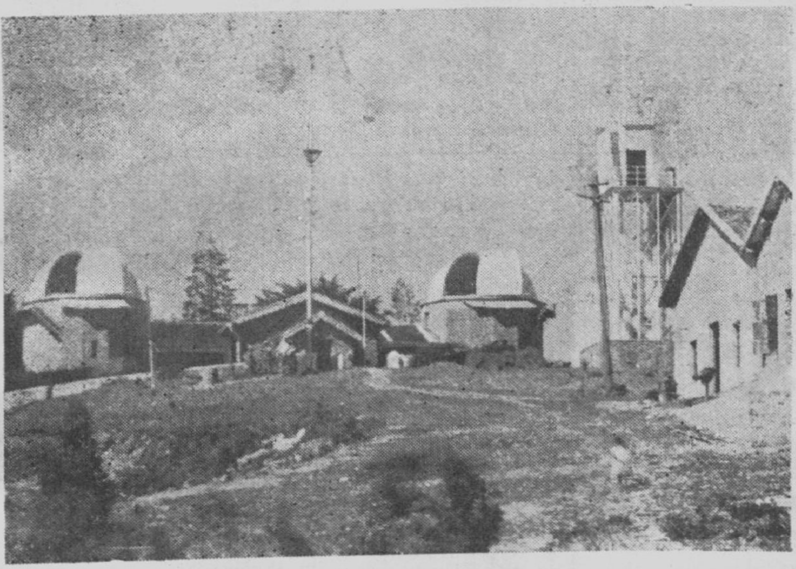
பதினேழாம் நூற்றுண்டின் தொடக்கத்தில் வாழ்ந்துவந்த இத்தாலிய நாட்டு விஞ்ஞானியான "கலிலேயோ" (Galileo) என்பவர் இக்கொள்கைக்குத் தன் முழு ஆதரவையும் அளித்தார். எனினும் புரட்சிகரமான இக்கொள்கையை ஏற்க அப்போதைய உலகம் மறுத்தது. அக் காலத்திய ஐரோப்பிய நாடுகள் சமயக் குருமார்களின் விஞ்ஞான ஆதரவற்ற போதனைகளிலும், அஞ்ஞான இருளிலும் மூழ்கிக்கிடந்தன. அப்போது நடைமுறையிலிருந்த அனுபவங்கட்கும், கருத்துகட்கும், பழக்க வழக்கங்கட்கும் முரணுகப் பேசியவர்கள் சமூகத்திற்குத் தீங்கிழைத்தவர்களாகக் கருதப்பட்டு மரண தண்டனை விதிக்கப்பட்டனர்; உயிரோடு தீயிலிட்டும் பொசுக்கப் பட்டனர். தம்முடைய மாறுபட்ட கொள்கைகட்காக கலிலேயோவும் மரண தண்டனை விதிக்கப்பட்டார். தம் கொள்கைகள் யாவும் தவறுனவை என்று அவர் ஒப்புக்கொண்ட பிறகுதான் அவருக்கு உயிர்ப் பிச்சை யளிக்கப்பட்டது.

கோபர்நிகஸ்தான் நவீன வான சாஸ்திரத்துக்குத் தந்தையாவர். சென்ற முந்நூறு ஆண்டுகளிற்றுன் நவீன வான சாஸ்திரம் உருவெடுத்தது. பௌதிகம், இரசாயனம் ஆகிய விஞ்ஞானங்களின் கூட்டுறவும் அதற்குக் கிடைத்தது. இக்குறுகிய கால அளவிற்றுன் பண்டைய மக்களின் கட்புலனுக்கெட்டாமலிருந்த யுரேனஸ், நெப்தியூன், புளூடோ ஆகிய கோளகளும், "ஆஸ்டிராயிட்ஸ்" (Asteroids) என்ற சிறு கோள்களும் கண்டு பிடிக்கப் பட்டன.

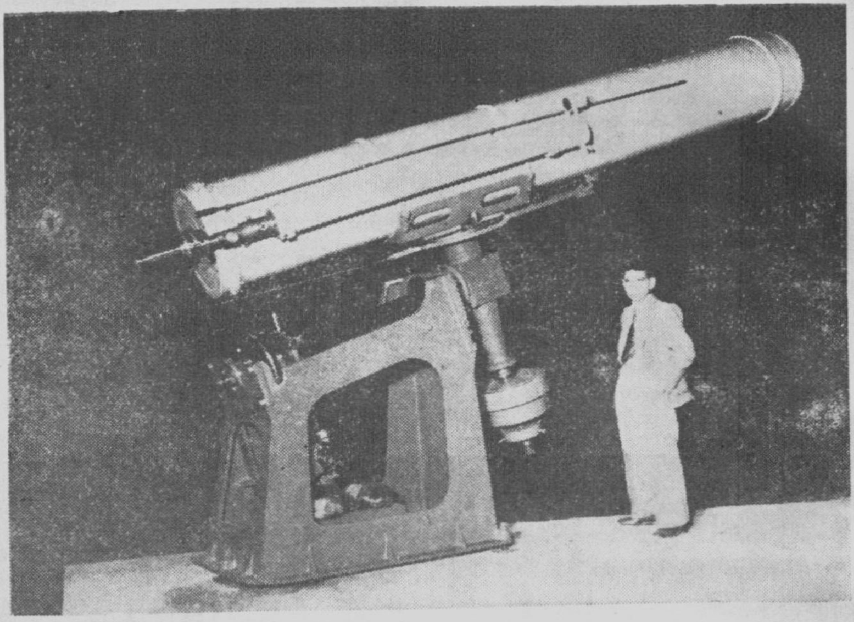
நோக்க நோக்க விரிந்துகொண்டே போகிற பிரபஞ்சத்தினைப் பற்றியும், அகண்ட வானவெளியில் ஆங்காங்கு அணுக் கூட்டங்கள் போல மிதந்து கொண்டிருக்கும் மீன்களைப் பற்றியும் இக்காலத்தில் செய்யப்பட்டுவரும் உயரிய ஆராய்ச்சிகட்குச் சிறந்த துணைக் கருவியான "தூரதரிசினி" (Telescope) முதலாய பல கருவிகள் பௌதிகம், இரசாயனம் ஆகிய விஞ்ஞானங்களின் உன்னத சிருஷ்டியேயாம். பல விஞ்ஞானத் துறைகளின் கூட்டுழைப்பினால் "வான—பௌதிகம்" (Astro Physics), "உயிர்—இரசாயனம்" (Bio Chemistry) ஆகிய புதிய விஞ்ஞானங்கள் பிறந்துள்ளன. தனிப்பட்ட எந்த ஆராய்ச்சிக்கும் இப்போது இடமில்லை, ஒரு துறையில் கண்டறியப்பட்ட உண்மைகள் பிற துறைகளிலும் பயன்படுகின்றன. ஒளி (Light), ஒலி (Sound), காந்த ஈர்ப்பு (Magnetic force), மின்சாரம் (Electricity), அணு தத்துவம் (Atomic theory) ஆகியவற்றின் ஆராய்ச்சி முடிவுகளை ஒன்றுகூட்டி வளர்க்கப்பட்ட விஞ்ஞானங்களில் தலைசிறந்து விளங்குவது வான சாஸ்திரம்.

மனிதன் ஒரு புதுமைப்பித்தன். போதுமென்ற உள்ளமும் அவனுக்கில்லை. இயற்கையைத் துருவித் துருவி யாராய்ந்து, அதனுள் மறைந்து கிடக்கும் சக்தியை வெளிப்படுத்தித் தனக்கு அதனை அடிமையாக்கிக்கொள்ள அவனுக்குற்ற பேரவா நாளுக்கு நாள் வளர்ந்து கொண்டே போகிறது. இந்த அவாவினைத் தணித்துக்கொள்ள அவன் மேற்கொள்ளும் முயற்சிகட்கும் அளவே இல்லை.

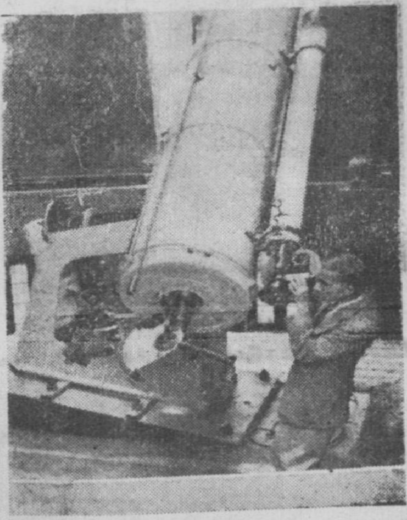
வான மண்டலங்களின் இயக்கங்களைக் கணித்தறிவதோடு மனிதனுடைய உள்ளப்போக்கு நின்றுவிடவில்லை. மேலும்மேலும் அவற்றைப்பற்றிப் புதுப்புது உண்மைகளை அறிந்துகொள்ள விரும்புகின்றான். கோள்களும், மீன்களும் ஏன் இயங்குகின்றன? கதிரவன் ஏன் கனலைக் கக்குகிறான்? மீன்களில் சில மங்கலாகவும், சில ஒளி மிகுந்தும் ஏன் காணப்படுகின்றன? சந்திரன் ஏன் தனது கலைகளையிழந்து மீளவும் பெறுகின்றான்? கிரஹணங்கள் ஏன் உண்டாகின்றன? அண்டகோளகைகள் எல்லாம் எப்பொருளால் ஆக்கப்பட்டவை? அவை எவ்வளவு தூரத்திலுள்ளன? இக்கேள்விகள் அவன் உள்ளத்தே எழுகின்றன; அவனுடைய சிந்தனையைத் தூண்டுகின்றன. இவற்றிற்கெல்லாம் விடைகளையளிக்க அவன் மேற்கொள்ளும் முயற்சியை விளக்குவது வான சாஸ்திரத்தின் கடமையாகும்.



புகைப்படம் 1
கோடைக்கானல் ஆராய்ச்சிக் கூடம்



புகைப்படம் 2
கோடைக்கானல் வான ஆராய்ச்சிக் கூடத்தில் அமைக்கப்பட்டுள்ள தூரதரிசினி



புகைப்படம் 3
மேலே காட்டப்பட்டுள்ள தூரதரிசினியின் மற்ளுெரு தோற்றம்

விஞ்ஞானங்களிலும், கலைகளிலும் சிறந்த முன்னேற்றமடைந்துள்ள ஐரோப்பிய, அமெரிக்க நாடுகளில் வான சாஸ்திரம் ஓங்கி வளர்ந்து வருகிறது. உலகப் புகழ்வாய்ந்த விஞ்ஞானிகள் பலர் அதனுடைய வளர்ச்சிக்குப் பணியாற்றினர். கோபர்நிகஸ், கலிலேயோ, ஹெர்ஷல், நியூடன், கெப்ளர், லாப்லேஸ், ஸ்லைபர், ஹாலி, செச்சி, கில்லாம், லவல், ஜீன்ஸ், எடிங்டன், ஷேப்பிலி, ஐன்ஸ்டைன் ஆகிய விஞ்ஞானிகள் வான சாஸ்திரமாகிய மாளிகைக்குத் தூண்கள் போன்றவர்கள். அவர்கள் தம்முடைய அறிவின் திறனால், சிருஷ்டியின் இரகசியங்களைப் பாமர மக்களும் அறியுமாறு விளக்கிக்கூறி என்றும் அழியாத புகழுடம்பு பெற்றுவிட்டார்கள்.

உலகமெங்கும் வான மண்டல ஆராய்ச்சிக் கூடங்கள் (Observatories) நிறுவப்பட்டுள்ளன. அக்கூடங்களில் பெரிய பெரிய தூரதரிசினிகளும், இன்னும் பலவிதமான துணைக் கருவிகளும் அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இங்கிலாந்தில் "கிரீன்விச்" (Greenwich) என்ற ஊரிலும், அமெரிக்காவில் லிக் (Lick), எர்கிஸ் (Yerkes), ஹார்வார்டு (Harward), வில்சன் குன்றம் (Mount Wilson), பாலோமார் குன்றம் (Mount Palomar) ஆகிய ஊர்களிலும், ஐரோப்பாவில் பாட்ஸ்டேம் (Potsdam), பாரிஸ் (Paris) ஆகிய ஊர்களிலும், ஆசியாவில் டோகியோ, ஹாங்காங், கோடைக்கானல் ஆகிய ஊர்களிலும் புகழ் பெற்ற ஆராய்ச்சிக் கூடங்கள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. (புகைப் படங்கள் 1, 2, 3, இவற்றைப் பார்க்கவும்).

# அத்தியாயம் 4

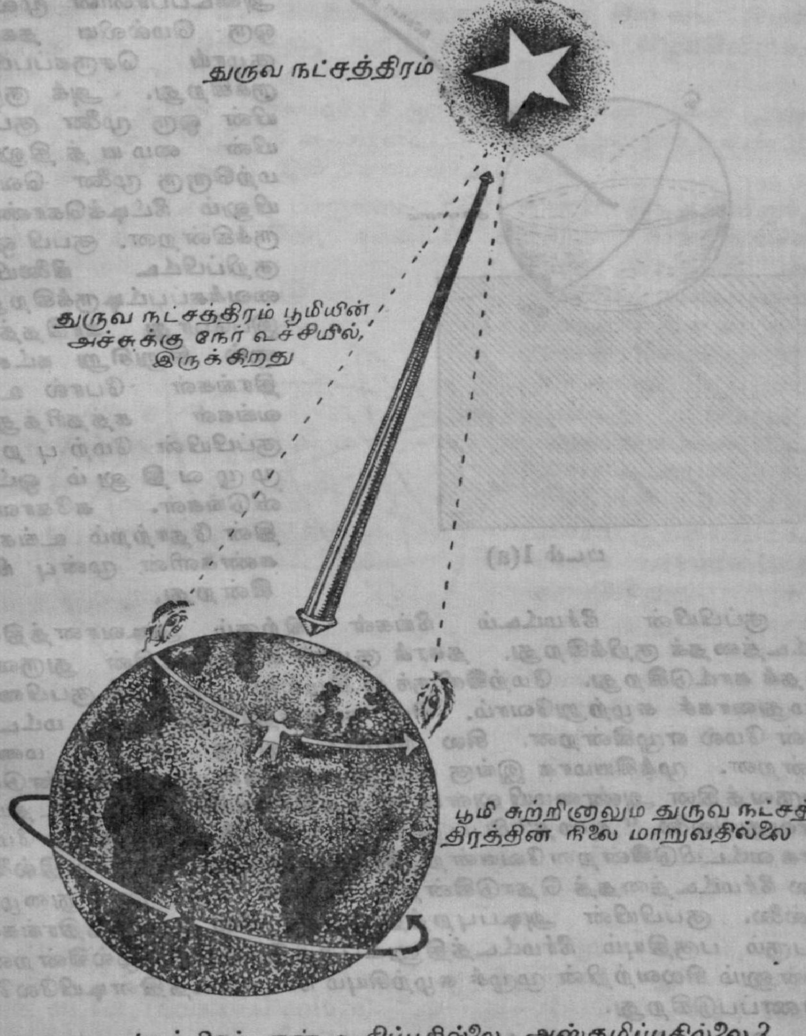
## ககோளம் (The Celestial Sphere)

நாம் இரவில் வானத்தை நோக்கும்போது சில காட்சிகள் நம் சிந்தையைக் கவர்கின்றன. ஒளியில் மிகுந்தும், குறைந்தும் பல மீன்கள் காணப்படுகின்றன. அவை ஒன்றுக்கொன்று தொலை தூரத்தில் இருந்தாலும் யாவும் ஒரே தூரத்திலிருப்பதாகத்தான் நம் கண்களுக்குப் புலப்படுகின்றன. நாம் ஒரு பெரும் கோளத்தால் சூழப்பட்டிருப்பதாகவும், நாம் அதன் நடுவில் நின்று கொண்டிருப்பதாகவும், கோளத்தின் உட்புறத்தில் மீன்கள் அனைத்தும் ஒட்டிக்கொண்டிருப்பதாகவும் நம் கண்களுக்குத் தோற்றுகின்றன. சற்று நேரம் கூர்ந்து நோக்கிய பிறகுதான் வானத்தில் ஒரு மாறுதலைக் காண்கின்றோம்.

சில மீன்கள் மேற்கே அடிவானத்தில் மறைகின்றன. கிழக்கே புதிய மீன்கள் உதயமாகின்றன. இவை யாவும் மேற்கு நோக்கி நகர்ந்து செல்லுகின்றன. மீன்களுள் ஒன்றுக்கும் மற்றொன்றுக்கும் இடையிலுள்ள தூரம் மாறுபடுவில்லை சிறிது நுண்ணறிவுடன் கவனித்தால், நம்மைச் சூழ்ந்துள்ள கோளம் முழுவதும், தன்னிடத்தில் பொருத்தப்பட்டுள்ள மீனினங்களுடன், தன்னைத்தான சுற்றிக்கொள்ளுவதாக நமக்குத் தோற்றுகின்றது. ஒரு வண்டிச் சக்கரம் சுழல வேண்டுமாயின் அதன் மத்தியில் ஒரு அச்சு இருக்கவேண்டுமல்லவா? அதைப் போலவே இக்கோளமும் ஒரு அச்சை மையத்தில் கொண்டு சுற்றுவதுபோல் காணப்படுகின்றது. ஆனால் அதனிடத்தில் அச்சு என்று ஒன்று இல்லை. இந்த வான உருண்டை அல்லது கோளத்துக்குக் "ககோளம்" (celestial sphere) என்று பெயர். உண்மையில் ககோளம் என்றொரு திடப் பொருள் இல்லை. அது ஒரு வெறும் தோற்றம். எனினும் வான சாஸ்திரத்தில் ககோளம் என்ற கற்பனை ஒரு முக்கிய இடம் பெற்றுள்ளது.

ககோளம் நேராக நின்று சுற்றுவதில்லை. அதாவது அதனுடைய அச்சு செங்குத்தாக இல்லை. அது ஒரு புறம் சிறிது சாய்ந்திருக்கிறது. இக்காரணத்தினால், ககோளத்தின் மத்தியிலுள்ள மீன்கள் எல்லாம் கிழக்கிலிருந்து மேற்குச் செல்லுவன போன்று தோற்றும்போது, அச்சின் இரு முனைகளின் அண்மையிலும் உள்ள மீன்கள் மட்டிலும் அவ்விடத்திலேயே வட்டமிடுவன போன்று தோன்றுகின்றன. அச்சின் நேர் எதிரில் உள்ள மீன்கள் இடம் மாறுவதில்லை. அத்தகைய மீன்களில் ஒன்றுதான் "துருவதாரை" (Pole Star) என்பது. இதை வடமீன் என்று தமிழில் கூறுகின்றோம். மற்ற மீன்களைப்போன்று இது கிழக்கி

விருந்து மேற்புறமாக இடம் பெயர்வதில்லை ; ஒரே இடத்தில் நிலைத்து நிற்கிறது. (படம் 1)

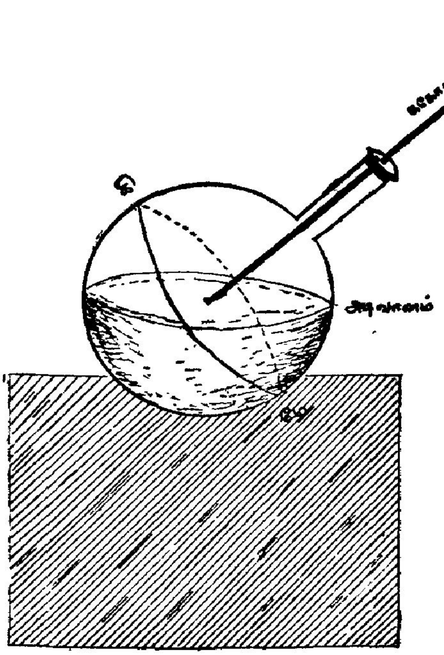



துருவ நட்சத்திரம் ஏன் உதிப்பதில்லை, அஸ்தமிப்பதில்லை?

படம் 1

ககோளத்தின் சுழற்சியை ஒரு சிறு சோதனையால் எளிதில் அறியக்கூடும்.

*1* (a)-ஆம் படத்தை நோக்குங்கள். ஓர் உருண்டை வடிவமுள்ள கண்ணாடிக் குப்பியில் பாதியளவு வண்ணமூட்டின




படம் 1(a)

தண்ணீர் நிற்கிறது. குப்பியின் வாயில், அடைப்பானின் மூலம், ஒரு மெல்லிய தகரக் குழாய் செருகப்பட்டிருக்கிறது. அக் குழாயின் ஒரு முனை குப்பியின் மையத்திலும், மற்றொரு முனை வெளியிலும் நீட்டிக்கொண்டிருக்கின்றன. குப்பி ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில் வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இப்போது காகிதத்தினால் சிறுசிறு நட்சத்திரங்கள் போல் உருவங்கள் கத்தரித்துக் குப்பியின் மேற்புறம் முழுவதிலும் ஒட்டிவிடுங்கள். ககோளத்தின் தோற்றம் உங்கள் கண்களின் முன்பு நிற்கின்றது.

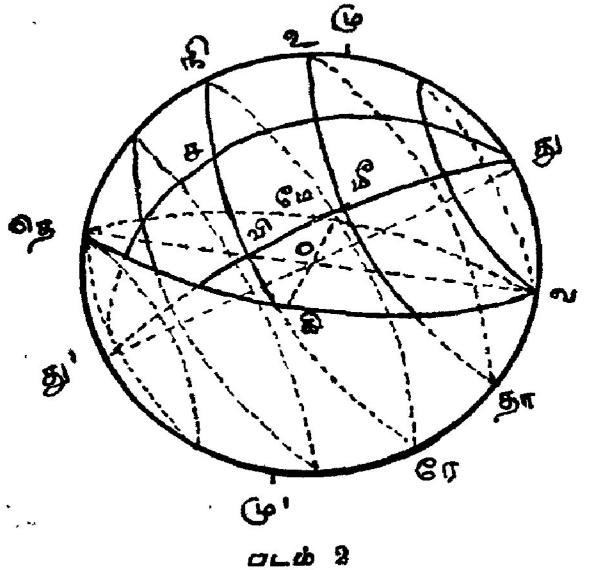
குப்பியின் நீர்மட்டம் நீங்கள் நிற்கும் அடிவானத்தின் மட்டத்தைக் குறிக்கிறது. தகரக் குழாய் ககோளத்தின் துருவத்தைக் காட்டுகிறது. மேற்கிலிருந்து கிழக்குப் புறமாகக் குப்பியை மெதுவாகச் சுழற்றுவோம். சில "நட்சத்திரங்கள்" நீர் மட்டத்தின் மேல் எழுகின்றன. சில நீர்மட்டத்துக்கு அடியில் மறைகின்றன. முக்கியமாக இங்கு ஒன்று கவனிக்கப்படல் வேண்டும். துருவத்தின் அண்மையிலுள்ள நட்சத்திரங்களில் சில "உதய"மாவதுமில்லை, "அஸ்த"மிப்பதுமில்லை. சில கிழக்கிலிருந்து மேற்காக வட்டமிடுகின்றனவேயன்றி, நீர்மட்டத்தைத் தொடுவதில்லை; சில நீர்மட்டத்தைத் தொடுகின்றன; ஆனால் நீருக்குள் நுழைவதில்லை. குப்பியின் அடிப்புறத்திலுள்ள சில நட்சத்திரங்கள் பெரும் பகுதியும் நீர்மட்டத்தினுட்புறத்திலேயே சுழல்கின்றன: இன்னும் சிலவற்றின் முழுச் சுழற்சியும் நீர் மட்டத்தினடியிலேயே காணப்படுகிறது.

நீங்கள் நின்று நோக்கும் இடத்தை மாற்றிக் கொள்ளுவதாக வைத்துக் கொள்வோம். குப்பியைச் சிறிது நிமிர்த்தியோ, அன்றித் தாழ்த்தியோ வைப்போம். இப்போது நட்சத்திரங்களின் பெயர்ச்சியில் மாறுபாடு காணப்படுகிறது. அச்சைத் தாழ்த்துவோம். இப்போது என்ன காண்கின்றோம்? முன்பு குப்பியின் வாய்ப்புறத்தில் அஸ்தமிக்காத சில நட்சத்திரங்கள்

இப்போது அடிவானத்தின்கீழ் மறைகின்றன. ஞுப்பியின் அடிப்புறத்தில் உதயமாகாத சில அடிவானத்தின் மேல் தோன்றுகின்றன. அச்சின் நிலை எஃதாயினும், சில நட்சத்திரங்கள் நேர் கிழக்கில் உதித்து நேர் மேற்கில் மறைவதையும், சில வட கிழக்கிலிருந்து வட மேற்காகவும், மற்றும் சில தென் கிழக்கிலிருந்து தென் மேற்காகவும் சுற்றுவதையும் பார்க்கிறோம்.

ககோளத்தின் அம்சங்களைக் குறிக்கும் சில சொற்கள் அடிக்கடி வான சாஸ்திரத்தில் கையாளப்படுவதால் அவற்றை ஈண்டுத் தெரிந்து கொள்ளுதல் இன்றியமையாததாகும்.

2-ஆம் படத்தைப் பாருங்கள். "O" என்ற இடத்திலிருந்து நாம் வானத்தை நோக்கின், நம்மைச் சுற்றிலும் கண்ணுக்கெட்டின தூரத்தில் அடிவானம் ஒரு வட்டமாகத் தோன்றும். அந்த வட்டத்தில் வானமும், பூமியும் ஒன்றையொன்று தொடுகின்றன. படத்தில் "வ—இ—தெ—மே" என்ற எழுத்துக்களால் குறிக்கப்பட்டக் கோடு அடிவானத்தைக் காட்டுகிறது. "மு" என்பது முகடு. நேராக நின்று நம் தலையின் மேல் வானத்தை நோக்கினால் தலைக்கு நேர் உச்சியிலுள்ள இடத்துக்கு முகடு என்று பெயர் "மு-1"



படம் 2

என்பது கீழ்முகடு. "து—து-1" இவ்விரண்டும் இரு துருவங்கள். "து—O—து-1" இது ககோளத்தின் அச்சு. "இ—வி—மே—ரே", இது நிரட்சரேகை. இக்கோடு ககோளத்தை இரு சம பகுதிகளாகப் பிரிக்கிறது. "ச"—மேடசங்கராந்தி (Vernal Equinox). இது தட்சணாயணத்திலிருந்து உத்தராயணஞ் செல்லும் சூரியன், மார்ச் 22 ஆம் தேதி, நிரட்சரேகையைக் கடக்குமிடம். "து—ச—து", அயன வட்டம், (Solstitial colure). "து—மு—நி—தெ", உச்சி ரேகை (Meridian). "ச.—வி", விஷுவாம்சம் (Right Ascension). "மீ", மீன் (Star) "மீ—வி" கிராந்தி (Declination); அதாவது ஒரு மீனுக்கும் நிரட்ச ரேகைக்கும் இடையிலுள்ள கோணத்தின் அளவு. "உ"—உச்சி (Zenith); அதாவது ஒரு மீன் வானத்திலடையக் கூடிய மிக உச்ச நிலை (upper-culmination); "த", ஒரு மீன் வானத்தில் அடையக்கூடிய மிகத் தாழ்ந்த நிலை (Lower culmination).

# அத்தியாயம் 5

## அளவைக் கோல்

சில விஞ்ஞானங்கள் அறிவிக்கும் உண்மைகளைக் கேட்டு நாம் பெரிதும் வியப்படைகின்றோம் அல்லவா? ஆனால் எல்லை யற்று விரிந்துள்ள பிரபஞ்ச வெளியினைப் பற்றிக் கூறும் வான சாஸ்திரம் வெளியிடும் உண்மைகளைக் கேட்டு நாம் திகைப்படை கிறோம்!

உலகில் ஓர் இடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்துக்குள்ள தூரத்தைச் சாதாரண எண்களில் குறிப்பிடுகின்றோம். இந்தியாவிலிருந்து இங்கிலாந்து ஆறாயிரம் மைல்; சென்னையிலிருந்து பொம்பாய் எண்ணூறு மைல் என்று கூறுகின்றோம். பூமியின் சுற்றளவு இருபத்தையாயிரம் மைல். ஒரு ஊருக்கும் மற்றொரு ஊருக்கும் உள்ள தூரம் இவ்வரம்புக்குள் அடங்கிக் கிடக்கிறது. இதை நாம் அனைவரும் எளிதில் உணர்ந்து கொள்ளலாம். பூமிக்கும், சந்திரனுக்கும் இடையிட்ட தூரம் 2,40,000 மைல். இதையும் ஒருவாறு நம் உள்ளம் கிரகிக்கக் கூடும். ஞாயிறு பூமியினின்றும் 9,30,00,000 மைல் தொலைவிலுள்ளது. பூமிக்கும் சில மீன்களுக்கும் இடையிலுள்ள தொலைவு கோடானுகோடி மைல்களாம்!

வான வெளியில் உள்ள அண்டங்களில் ஒன்றுக்கொன்றுள்ள தொலைவை மைல்—கணக்கில் கூறும் வழக்கமில்லை.

ஒளி ஒரு விநாடிக்கு 1,86,326 மைல் வீதம் பரவுகிறது. இக்கணக்கின்படி சூரியனின் ஒளி பூமிக்கு வந்து சேர எட்டு நிமிடங்கள் ஆகின்றன. ஒரு ஆண்டில் ஒளி பரவும் தூரம் 5880000000000 மைல். இது மனிதனுடைய நினைவுக்கு அப்பாற் பட்டது! இதைத்தான் வான சாஸ்திரத்தில் ஒரு ஒளியாண்டு (Light Year) என்கிறோம்.

பூமிக்கு மிக அண்மையிலுள்ள மீனுக்கு "ஆல்பாசெண்டாரி" (Alpha Centauri) என்று பெயர். இது 4·3 ஒளியாண்டுகள் தொலைவில் உள்ளது. வானத்தில் மீன் கூட்டங்கள் 5,00,000,000 ஒளியாண்டுகள் வரை சிதறிக் கிடக்கின்றன. எல்லா மீன்களை யும்விட மிகப் பெரியது கேட்டை (Antares) என்பது. இது 380 ஒளியாண்டுகள் தூரத்திலுள்ளது. கோடை இரவுகளில் வடவானில் வெள்ளை வெளேரென்று ஒளி வீசும் சுவாதி (Arcturus) என்ற மீனின் தூரம் 41 ஒளி ஆண்டுகள். பல மீன் கூட்டங்கள் 50 கோடி ஒளியாண்டுகட்கப்பாலும் அமைந்துள்ளன!

பூமியின் மேல் நாம் அனுசரிக்கும் மிகக் குறைந்த நீட்டலள வைக்கு ஓர் அங்குலம் என்று பெயர். அதைப் போலவே வான

ஆரம்பத்தில் கையாளப்படும் நீட்டலளவையில் மிகக் குறைந்த அம்சத்திற்கு வான அளவை யூனிட் (Astronomical Unit) என்று பெயர். சூரியனுக்கும் பூமிக்குமிடையிலுள்ள 9,30,00,000 மைல் தூரத்தை ஒரு வான அளவை யூனிட்டாகக் கொள்ளுகிறோம். ஒரு ஒளியாண்டு 63,000 வான அளவை யூனிட்டுகள் கொண்டதாகும். 1922-ஆம் ஆண்டில் மற்றுமொரு வான அளவை யூனிட் அங்கீகரிக்கப்பட்டது. அதற்கு "பார்செக்" (Parsec) என்று பெயர். இது 3·3 ஒளியாண்டுகள் கொண்டதாகும்.

---

# அத்தியாயம் 6

# துணைக் கருவிகள்

வான சாஸ்திரம் என்ற விஞ்ஞானத்தை நினைக்கும்போது நம் மனக் கண்முன் நிற்பது "தூரதரிசினி" என்னும் துணைக்கருவி. இதற்கு ஆங்கிலத்தில் டெலிஸ்கோப் (Telescope) என்று பெயர். இதன் உதவியைக் கொண்டுதான் வான வெளியில் வெகு தூரம் கண்ணால் பார்க்கும் சக்தியை மனிதன் பெற்றுள்ளான். இந்தக் கருவி சூரியனையும், சந்திரனையும், கோள்களையும் மிகவும் அண்மையில் கொண்டுவந்து நிறுத்துகிறது.

மனிதன் தன் வெற்றுக் கண்களினால் காணக்கூடிய மீன்களின் எண்ணிக்கை சுமார் 6,000 இன்னும் கணித சாஸ்திரத்தின் உதவியாலும், இயற்கை விதிகளைப் பற்றிய ஊகங்களினாலும் பத்தாயிரம் மீன்கள் வரையில் கணக்கில் சேர்க்கக் கூடும். ஆனால் தூரதரிசினியின் உதவியைப் பெறும்போது இத்தொகை பன்மடங்கு அதிகரிக்கிறது.

வெற்றுக் கண்ணின் குறுக்களவு ஒரு அங்குலத்தின் ஐந்தில் ஒரு பங்கு தான் உள்ளது. இக்குறுகிய அளவுக்குள் கொஞ்சம் ஒளியே நுழைகின்றது. ஓர் அங்குல குறுக்களவுள்ள தூரதரிசினி வெற்றுக் கண்ணைவிட இருபத்தைந்து மடங்கு அதிக ஒளியைப் பெறுகிறது. எனவே வெற்றுக் கண்களினால் பார்க்கக் கூடிய மிக மங்கலான மீனைவிட இருபத்தைந்தில் ஒரு பங்கு மங்கிய ஒளியையுடைய மீனையும் இக்கருவியின் மூலம் காணக்கூடும். ஓர் அங்குலக் கண்ணாடியின் உதவியால் வானத்தில் 2,20,000 மீன்களைப் பார்க்கலாம்.

விண்ணகத்தில் சஞ்சரிக்கின்ற மீன்களை ஒன்றிரண்டு என்றெண்ணாமல் கோடிக் கணக்கில் எண்ண வேண்டுமென்று நாமறிவோம.

வான வெளியில் கண்களுக்கும், கருத்துக்கும் எட்டாத அப்பாலில் என்னதான் இருக்கிறது என்று மேலும் மேலும் உண்

ணுழைந்து ஆராய வேண்டும் என்கிற வேட்கை வானசாஸ்திரிகட்குள் எழுந்தது. அவ்வேட்கை ஒருவாறு தணிந்ததற்கு ஆதாரமாக இருந்தது தூரதரிசினிதான்.

## தூரதரிசினி

ஹாலந்து நாட்டில் ஒரு மூக்குக் கண்ணாடிக் கடையில் பணி செய்து வந்த ஒரு சிறுவன் 1608-ஆம் ஆண்டில், மூக்குக் கண்ணாடி வில்லைகள் இரண்டினை ஒன்றின்மேல் ஒன்றாகப் பிடித்து, அவற்றின் மூலம் அருகுற்ற ஒரு கோபுரத்தை நோக்க, அது பெரியதாகத் தோற்றியது. இச் செய்தியை அறிந்த அக்கடை முதலாளி தன் சொந்த முயற்சியில் ஒரு தூரதரிசினியைச் செய்து முடித்தான். இதைக் கேள்வியுற்ற கலிலேயோ என்ற இத்தாலிய விஞ்ஞானி தானும் ஒரு தூரதரிசினியைச் செய்தார். இதைக் கொண்டு, அனுபவம் முதிர முதிர, அவர் இக்கருவியின் அமைப்பில் பல சீர்திருத்தங்களைச் செய்தார்.

கலிலேயோ தான் செய்து முடித்த தூரதரிசினிகளின் உதவியாற்றான் சூரியனில் அவ்வப்போது தோற்றமளிக்கும் கரும் புள்ளிகளையும், சந்திரனில் உள்ள மலைகளையும், வியாழனைச் சுற்றி வட்டமிடும் சந்திரர்களையும், இன்னும் பலவற்றையும் கண்டு பிடித்தார். கலிலேயோவுக்குப் பின், அவராற் செய்யப்பட்ட தூரதரிசினியை விடப் பலமடங்கு பெரிய கருவிகள் சமைக்கப்பட்டன. அவை பெரியதாக ஆக அவற்றுள் ஒரு குறைபாடும் காணப்பட்டது. சிறிய லென்சுகள் (Lenses) அதாவது "பூதக் கண்ணாடிகள்" அமைக்கப்பட்ட கருவிகள் மூலம் தோற்றிய மீன்கள் தெளிவாகக் காணப்பட்டன. பெரிய லென்சுகள் பதிக்கப்பட்டக் கருவியின் மூலம் காணப்படும் உருவங்களைச் சுற்றிப் பல நிற ஒளி வட்டங்கள் காணப்பட்டன. இக்காரணத்தால் உண்மை உருவங்களை விளக்கமாகக் காணக் கூடவில்லை. இக்குற்றத்தைக் களையப் பல முயற்சிகள் எடுத்துக் கொள்ளப்பட்டன.

முதன் முதல் லென்சுகளின் அகலம் படிப்படியாக அதிகரிக்கப்பட்டது. லென்சுகளும் ஒரு புதுமுறைக் கண்ணாடியினால் ஆக்கப்பட்டன. இத்தகைய லென்சு பதிக்கப்பட்ட தூரதரிசினி அமெரிக்காவில் எர்க்கிஸ் வான ஆராய்ச்சிக் கூடத்தில் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த லென்சின் குறுக்களவு 40 அங்குலம்.

நியூடன் என்ற புகழ்பெற்ற ஆங்கில நாட்டு அறிஞர் தூரதரிசினியின் அமைப்பில் ஒரு சிறந்த சீர்திருத்தத்தைச் செய்தார். இவர் செய்த கருவியில், பொருள்கள் லென்சுகளின் மூலம் நேராக நோக்கப்படாமல், ஒரு முகம்பார்க்கும் கண்ணாடியினால் பிரதிபிம்பிக்கப்பட்டுப் பிறகு லென்சுகளின் மூலம் நோக்கப்பட்டன. இக்கருவிக்குப் பிரதிபிம்ப தூரதரிசினி (Reflecting Telescope) என்று பெயர். இப்புதுமுறைக் கருவியால் சர் வில்லியம் ஹெர்ஷல் (Sir William Herschel) என்ற வான சாஸ்திரி அரிய பெரிய

ஆராய்ச்சிகளைச் செய்தார். அவர் காலம் வரையில் மக்கள் கண்களுக்கு மறைந்து இருந்த "யுரேனஸ்" என்ற கோள் அவரால் தான் கண்டு பிடிக்கப்பட்டது.

விஞ்ஞான அறிவு வளர வளர, இன்னும் பெரிய பெரிய பிரதிபிம்பக் கண்ணாடிகள் பொருத்தப்பட்டக் கருவிகள் செய்யப்பட்டன. மௌண்ட் வில்சன் என்ற இடத்தில் உள்ள தூரதரிசினி 100-அங்குல குறுக்களவுள்ள கண்ணாடியைக் கொண்டுள்ளது. வெற்றுக் கண்களுக்குள்ள நோக்கும் சக்தியைவிட 2½ லட்சம் மடங்கு அதிக சக்தி இக் கருவிக்குண்டு! இதைவிட இன்னும் பலமடங்கு அதிக சக்தி வாய்ந்ததும், இருநூறு அங்குல குறுக்களவுள்ளதுமான ஒரு அதி அற்புதக் கருவி மௌண்ட் பேலமார் (Mount Palomar) என்ற 5,700 அடி உயரமுள்ள ஒரு மலைச் சிகரத்தில் அமைக்கப் பட்டுள்ளது.

நூறு அங்குலக் கண்ணாடியின் மூலம் சற்றேறக்குறைய 150 கோடி மீன்கள் கணக்குக்குக் கொண்டுவரப்பட்டன. வானம் 45 கோடி ஒளியாண்டு தூரம் விரிவுடையது என்று அறியப்பட்டது. இவை யாவும் பாமர உள்ளத்துக்கு அளவற்ற திருப்தியை அளிக்கக் கூடும். ஆனால் வான சாஸ்திரிக்குத் திருப்தி என்பதே இல்லை. வானளவு உயர்ந்து அலைகொண்டு புரளும் அவனுடைய எண்ணங்கட்கு ஓய்வில்லை! அகண்ட வான வெளியில் குறைந்தது 3,000 கோடி விண்மீன்களாவது இருக்க வேண்டுமென்பதும், பிரபஞ்சத்தின் குறுக்களவு 600 கோடி ஒளியாண்டு இருக்கக் கூடும் என்பதும் வான சாஸ்திரத்தின் அனுமானம்.

மறைந்து இருந்த பல வான இரகசியங்கள் 100 அங்குலக் கருவியினால் வெளியாயின. வான வெளியில் ஆங்காங்கு மிக நுண்ணிய மேகப்படலங்கள் போன்று கண்களுக்குத் தோற்று பவை உண்மையில் அடர்ந்த மீன்திரள்களே என்று கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. வான மண்டலம் ஒரு வரம்புக்குட்பட்டதா? அன்றி எல்லையற்றதா? அதற்கு ஆதியந்தம் இல்லையா? ஒரு அளவில் அது நிலைத்து நிற்கிறதா, அன்றி மேன்மேலும் விரிந்துகொண்டே போகிறதா? இக் கேள்விகட்கு விடைகள் எளிதிற் புலனாகவில்லை. மௌண்ட் வில்சன் கருவியைவிட இன்னும் பெரியதொரு கருவியைச் சமைத்தால் வான ஆராய்ச்சியில் எழப்பட்ட ஐயங்கள் தெளிவுபடுமா? வான மண்டல அமைப்பின் விசித்திரமும், இரகசியமும் வெளிப்படுமா? என்றெல்லாம் விஞ்ஞானிகள் ஆராய்ந்தனர். அவர்களுடைய அரும்பெரும் முயற்சிகளாற்றான் மேலே கூறப்பட்ட இருநூறு அங்குல தூரதரிசினி செய்யப்பட்டது: இதற்கு "பேலமார் குன்றத்துத் தூரதரிசினி" என்று பெயர். இக் கருவி வெற்றுக் கண்களைவிட 10 லட்சம் மடங்கு அதிக நோக்கும் சக்தி வாய்ந்தது. இதுவரை வான் ஆராய்ச்சிக் கப்பாற்பட்டுள்ள பல உண்மைகள் இக்கருவியினால் வெளியாக விருக்கின்றன. சூரிய மண்டலத்தின் விளிம்பில் அமைந்துள்ளதாகக் கருதப்படும்

புளூடோ (Pluto) என்ற கோளினைப்பற்றிப் புதிய ஊகங்கள் இப்போது விஞ்ஞானிகளின் உள்ளத்தில் தோன்றியுள்ளன. இக்கோள் 1930-ஆம் ஆண்டு கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. யுரேனசும், நெப்தியூனும் சூரியனைச் சுற்றி வரும்போது குறிப்பிட்ட சில இடங்களில் அவற்றிற்குச் சலனபேத முண்டாகிறது! அக் கோள்களுக் கப்பால் வேறொரு கோள் நின்று அவற்றைக் கவர்வதாற்றான் சலனபேதம் நேரிடுகின்றது என்று அனுமானித்து, அதன்படியே ஆராய்ச்சி மேற்கொள்ளப்பட்டு, புளூடோ என்ற கோள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. ஆனால் புளூடோ நம் பூமியில் பத்தில் ஒரு பங்கு கன அளவுதான் உடையது. அவ்வளவு சிறிய கோள் ஒன்று பூமியைவிட 17 மடங்கு பெரிய நெப்தியூனுக்குச் சலனபேத மளிக்கக் கூடிய சக்தி வாய்ந்துள்ளதா என்ற ஐயம் நிகழ்கின்றது. எனவே நெப்தியூனைப் பாதிக்கும் அண்டம் புளூடோவாக இருக்க வியலாதென்றும், நெப்தியூனைவிடப் பன் மடங்கு பெரியதான மற்றொரு கோள் இருக்கக்கூடுமென்றும் ஊகிக்க இடமிருக்கின்றது. இந்த ஊகத்தினது மெய்ம்மை 'பேலமார்' கருவியினால் தெளிவாகலாம்.

இத்தகைய ஒரு பெரும் கருவி செய்யப்பட்டது விஞ்ஞானங்களின் வியக்கத்தக்க அரும்பெரும் சாதனைகளில் ஒன்றாகும். அஃதுடன் மனிதனுடைய அறிவாற்றலையும், எத்தகைய இடையூறுகளையும் களைந்தெறிந்து எடுத்த கருமத்தைக் கண்ணுங் கருத்துமாகச் செய்து முடித்துக்கொள்ளும் அவனது முயற்சித் திறனையும் அச்சாதனையிற் கண்டு வியக்கின்றோம்.

இந்த 200-அங்குல அற்புதமான தூரதரிசினி எவ்வாறு செய்யப்பட்டது என்று நாம் அறிந்துகொள்ள வேண்டியது அவசியமாகும்.

ஜான்டி-ராக்பெல்லர் அறநிலையத்தை (John D. Rockfeller Trust Funds) நிருவகித்துவரும் சர்வதேசக் கல்விக் கழகத்தார் இக் கருவியைச் செய்துமுடிக்க உறுதி கொண்டனர். இதற்கு வேண்டிய பொருட் செலவுக்கும் தம் அங்கீகாரத்தை யளித்தனர். இப் பணிக்குப் பௌதிகம், இரசாயனம் ஆகிய விஞ்ஞானங்கள் தத்தம் ஆராய்ச்சியின் பலன்களை அளித்து உதவின.

200-அங்குலக் கண்ணாடி செய்வதற்கு வேண்டிய மூலப் பொருள் மென்மையானதாகவோ, அன்றிக் கடினமானதாகவோ இருத்தல் கூடாது. அது அதிக உறுதியானதாகவும், நீண்ட நாள் உழைக்கக் கூடியதாகவும் இருக்க வேண்டும்; மற்றும், தட்பவெப்ப மாறுபாடுகளால் எளிதில் குணமாற்ற மடையாததாயும், வெப்பத்தைத் தங்கு தடையின்றிக் கிரஹிக்கக் கூடியதாகவும், ஒளிக்கதிர்களைக் குற்றமின்றிப் பிரதிபிம்பிக்கும் தூய்மையை உடையதாகவும், மிகமிக நுண்மையான சாணை ஏறக்

கூடியதாகவும், ஆராய்ச்சிக் கூடத்தின் அமைப்பு மாறுபாடுகளினால் கறைபடியாததாகவும் இருப்பதவசியம்.

இந்தக் கண்ணாடியின் உருவ அமைப்பு முதலியவைபற்றி ஆங்கிலேய, ஜெர்மன் வான நிபுணர்களின் உதவியைக் கொண்டு அமெரிக்க வான சாஸ்திரிகளால் ஒரு திட்டம் வரையப்பட்டது. இது மௌண்ட் வில்சன் கண்ணாடியைவிட இருமடங்கு பெரியது; நான்கு மடங்கு கனமுடையது. இதைக் கட்டிக் கொடுக்க காலிபோர்னியா தொழில் நுட்ப ஆராய்ச்சிக்கூடம் (California Institute of Technology) ஒப்புக் கொண்டது இதற்கு ஒரு கோடியே எண்பதினாயிரம் ரூபாய் தேவையாயிருக்கும் என மதிப்பிடப்பட்டது.

1934-ஆம் ஆண்டு விஞ்ஞானத்திற்காக மனிதன் புரிந்த இம் மகத்தான பணி தொடக்கமாயிற்று. கண்ணாடியை வார்ப்படம் வார்க்கும் வகையை நிர்ணயிக்கப் பல சோதனைகள் செய்யப்பட்டன. இதற்கு இரண்டாண்டுகள் சென்றன. அதுவரை இவ்வளவு பெரிய வார்ப்படம் உலகில் எந்தத் தொழிற்சாலையிலும் முயற்சிக்கப்பட்டதே கிடையாது!

முப்பது அடி குறுக்களவுள்ள ஒரு உலை மூட்டப்பட்டு, அதில் சிறிது சிறிதாகப் பத்து நாட்களில் தேவையான சூடு ஏற்றப்பட்டது. இவ்வுலையில் நாற்பது டன் எடையுள்ள மூலப்பொருள்கள் மூன்று வாரங்களில் 2,800 டிகிரி உஷ்ணத்தில் தண்ணீர் போன்று உருக்கப்பட்டன. (தண்ணீர் கொதிக்க 212 டிகிரி உஷ்ணமே போதும் என்பது இங்கே உணரத்தக்கது.)

ஒரு ஞாயிற்றுக் கிழமை காலையில், பல ஆயிரக் கணக்கான மைல்களுக்கப்பாலுள்ள நாடுகளிலிருந்து இதற்கெனவே விஜயம் செய்தவர்கள் உட்படப் பல விஞ்ஞானிகளின் முன்பு, மனிதனுடைய அறிவு வளர்ச்சியில் மகத்தான புரட்சியுண்டு பண்ணவிருக்கும் கண்ணாடியானது, பத்துமணி நேரத்தில், அதற்கெனச் சமைக்கப்பட்ட அச்சில் வார்க்கப்பட்டது. அச்சில் கண்ணாடிக் குழம்பு நிரம்பிக் கொண்டிருக்கும்போதே அதன் பின் புறத்தில் இருந்த ஒரு சட்டம் உடைந்து விட்டது. ஆயினும் வார்ப்பட வேலை தட்டுப்படவில்லை. எனினும் பிறகு ஒருவேளை இக் கண்ணாடியில் ஏதேனும் குறைபாடு உண்டாவதாயின அதை நிவர்த்திக்க, மற்றொரு கண்ணாடியும் வார்க்கப்பட்டது. இவ்விரண்டு கண்ணாடிக்கும் மொத்தம் 30 லட்சம் ரூபாய் செலவிடப்பட்டது.

இக் கண்ணாடியின் கனம் 20-டன்; தடிப்பு 27-அங்குலம். இதனைச் சாணை பிடிக்கும் வேலை 1936-இல் தொடங்கி, மூன்றாண்டுகள் வரை நடைபெற்றது. கண்ணாடி சிறிது குழிந்த உருவுடன் இழைக்கப்பட்டது. உருவங்கள் தெளிவுடன் பிரதிபிம்பிக்க 1/40,00,000 அங்குலம் அளவு மெல்லிய அலுமினியப் பூச்சு இதற்களிக்கப்பட்டது. இக் கண்ணாடி பதிக்கப்பட்டி

ருக்கும் தூரதரிசினிக் குழாயின் நீளம் 72 அடி; குறுக்களவு 20 அடி.

இக் கருவியின் மூலம் வானத்தை நோக்கினால் சந்திரன் 25 மைல் தொலைவில் வந்து தோற்றமளிக்கும்! 10,000 மைலுக்கப்பால் எரியும் ஒரு மெழுகுவர்த்தி விளக்கையும் இதன் மூலம் காணக்கூடும். 4,000 மைல்களுக்கப்பால் உள்ள ஒரு வீட்டிற்கு எத்தனை பலகணிகள் உள்ளன என்றுகூட இக்கண்ணாடி அறிவிக்கும்.

## போட்டோ படம் பிடிக்கும் காமிரா (Photographic Camera)

முன்போல் வான சாஸ்திரி தூரதரிசினியின்கீழமர்ந்து வானத்தை நோக்கிக்கொண்டிருக்கவேண்டிய அவசியம் இப்போது இல்லை. மிகவும் கடினமான இவ்வேலையைப் போட்டோ பிடிக்கும் இயந்திரம் செய்து விடுகின்றது. வெற்றுக் கண்களுக்கெட்டாத மிக நுண்ணிய மீன்கள்கூட போட்டோ படத்தில் பதிவுறுகின்றன. கண்ணால் கண்ட காட்சி ஒரு நொடியில் மறைந்து விடுகிறது. ஆனால் அது போட்டோப் படத்தில் நிரந்தரமாகப் பதிவு செய்யப்பட்டுப் பல காலத்தில் பலருடைய ஆராய்ச்சிக்குப் பயன்படுகிறது. இதைக் கொண்டு மீன்களின் பெயர்ச்சிகளையும், ஆயுள் காலத்தையும், இரசாயன, பௌதிக அமைப்புகளையும் ஆர அமர ஆராய்ச்சி செய்யவியலுகிறது.

ஸ்மிட் தூரதரிசினி (Schmidt Telescope) என்பது தூரதரிசினியில் ஒரு வகை. இதைக் கொண்டு விசும்பில் திடீரென்று தோன்றுகின்ற மீன்களையும், வால் மீன்களையும், தொலை தூரத்தில் வெடிக்கும் மீன்களின் ஒளியையும் தெள்ளிதிற் காணலாம்.

## போட்டோ எலக்டிரிக் செல் (Photo Electric Cell)

பௌதிக ஆராய்ச்சியிற் கண்டு பிடிக்கப்பட்ட பல சாதனங்கள் வான ஆராய்ச்சிக்கு உற்ற துணையாக உதவுகின்றன. அவற்றில் போட்டோ எலக்டிரிக் செல் என்ற கருவியும் ஒன்று. வெற்றுக் கண்களால் அளக்கவியலாத மீன்களின் நுண்ணிய ஒளிக்கதிர்களை யளந்தறிய இது உதவுகின்றது.

பிரபஞ்ச வெளியிலிருந்து சில கதிர்கள் நம்மைத் தாக்குகின்றன. அவற்றிற்குப் பிரபஞ்சக் கதிர்கள் (Cosmic Rays) என்று பெயர். அவற்றை நமக்குக் காட்டும் கருவிக்குப் பிரபஞ்சக் கதிர் மானி (Cosmic Ray Counter) என்று பெயர்.

இண்டர்பிரோ மீடர் (Interfero meter) என்ற மற்றுமொரு கருவி மீன்களின் குறுக்களவுகளைக் கண்டு பிடிக்க உதவுகின்றது.

### ஸ்பெக்ட்ராஸ்கோப் (Spectroscope)

தூரதரிசினியைப் போன்று வான சாஸ்திரத்துக்கு அளப்பரும் உதவியை அளிப்பது ஸ்பெக்ட்ராஸ்கோப் என்னும் கருவி. இது முப்பட்டைக் கண்ணாடிகளினால் ஆனது. மீன்களினிடத்திலிருந்து வரும் ஒளிக்கதிர்களைப் பகுத்து, ஆராய்ந்து, அம் மீன்கள் வான வெளியில் எவ்வளவு துரிதமாகத் தம் கதியில் ஓடுகின்றன வென்று அறியவும், அவற்றில் என்னென்ன இரசாயனக் கூறுகள் கலந்துள்ளன என்றறியவும் இக்கருவி உதவுகின்றது.

சூரியனுடைய மேற்பரப்பை ஆராய ஒரு தனிவகைத்தான் ஸ்பெக்ட்ராஸ்கோப் உபயோகப் படுத்தப்படுகிறது. இதற்கு ஸ்பெக்ட்ரோ-ஹீலியஸ்கோப் (Spectro Helioscope) என்று பெயர்.

---

# அத்தியாயம் 7

## ஒளி

விண்மீன்களினின்றும் வருகின்ற ஒளிக்கதிர்களைக் கொண்டுதான் அவற்றின் பல பண்புகளான செம்மை, வேகம், மூலங்களின் கலப்பு, ஆயுள் இவற்றை யறிகின்றோம். எனவே ஒளியைப்பற்றிய ஆராய்ச்சி விவரங்களையும், அதனுடைய இயற்கைக் குணங்களைப்பற்றியும் சிறிது நாம் முதலில் அறிந்துகொள்ள வேண்டியது இன்றியமையாததாகும்.

பண்டைய காலத்தில் ஒளியின் இயல்பைப்பற்றிப் பலர் பல வகையாக அபிப்பிராயப்பட்டனர். அதைப்பற்றி முதன் முதலில் ஒரு பொருத்தமான கருத்தைத் தெரிவித்தவர் ஸர். ஐஸக் நியூட்டன் என்பவர். ஒளி பலகோடி அணுக்கூட்டங்களால் ஆயது என்றும், காற்றற்ற இடங்களிலும், பளிங்குகளிலும் அது கடு வேகத்தில் ஊடுருவிப் பாயக்கூடியதென்றும், ஆனால் அது எப் பொருளினமூலம் செல்லுகின்றதோ அப்பொருளின் திண்மைக்குத் தக்கவாறு அதன் வேகம் ஓங்கியும், குன்றியும் அமைகிறதென்றும் அவர் கருதினார். பிற்கால ஆராய்ச்சியில் இக்கொள்கை சிறிது உண்மைக்குப் புறம்பானதென்று தோன்றியது எவ்வாறெனில், காற்றில் வேகமாக ஊடுருவிச் செல்லும் ஒளி தண்ணீரில் செல்லும்போது அதன் வேகம் சிறிது தணிவுறுகின்றது. நியூட்டனுடைய கொள்கையின்படி ஒளியானது திண்மை குன்றிய காற்றின்மூலம் மெதுவாகவும், திண்மை செறிந்த தண்ணீரின் மூலம் வேகமாகவும் செல்ல வேண்டுமல்லவா?

மற்றும் நியூட்டன் ஒளிக்கதிர்கள் நேர்கோட்டில் பரவுகின்றன என்று நினைத்தார். ஆனால் பிற்கால ஆராய்ச்சியில் அது அலை அலையாகச் செல்லுவதாக அறியப்பட்டது. ஒளி அலை வடிவத்

தில் பரவவேண்டுமானால், அவ்வலைகளை ஏற்றுச் செல்ல வானம் முழுமையிலும் ஒரு பொருள் நிறைந்திருக்கவேண்டும். இத்தகைய பொருள் ஒன்று இருக்கிறதென்று விஞ்ஞானங் கூறுகிறது. அதற்குத்தான் “ஆகாயம்” (Ether) என்று பெயர்.

ஒளியின் அலைகள் நீளமாகவோ, அன்றிக் குறுகலாகவோ இருக்கக்கூடும். உதாரணமாக, கடலலைகளில் சில இரண்டு மூன்று மைல் நீளத்தையும், குன்றனைய உயரத்தையும் கொண்டுள்ளன. இவை மாபெரும் நீராவிக் கப்பல்களையும் உலுக்கக் கூடிய சக்தி வாய்ந்தவை. சில அலைகள் ஒருசில அங்குலம் நீளமே உள்ளன. இவை சிறுசிறு படகுகளைத்தான் அசைக்கக் கூடும். மற்றும் சில அலைகள் மிகவும் நுணுக்கமானவை. நீரில் மிதக்கும் சிறு புற்பூண்டுகளையும், மரத்துண்டுகளையுந்தான் அவை அசைக்கும். இதைப்போலவே ஒளி யலைகளும் பலதிறப்பட்ட அலை நீளங்களைக் கொண்டுள்ளன.

*1860*-ஆம் ஆண்டில் ஜேம்ஸ் கிளார்க் மாக்ஸ்வெல் (James Clerk Maxwell) என்ற அறிஞர் ஒளி மின்சாரத்தின் பண்புடையதென்றும், அவ்வகையில், அது ஒலியலைகளினின்றும் மாறுபட்டிருக்கின்றனதென்றும் கண்டு பிடித்தார். அவருடைய கொள்கைக்கு “மின்சாரக் காந்தவிதி” (Electro magnetic Theory of Light) என்று பெயர்.

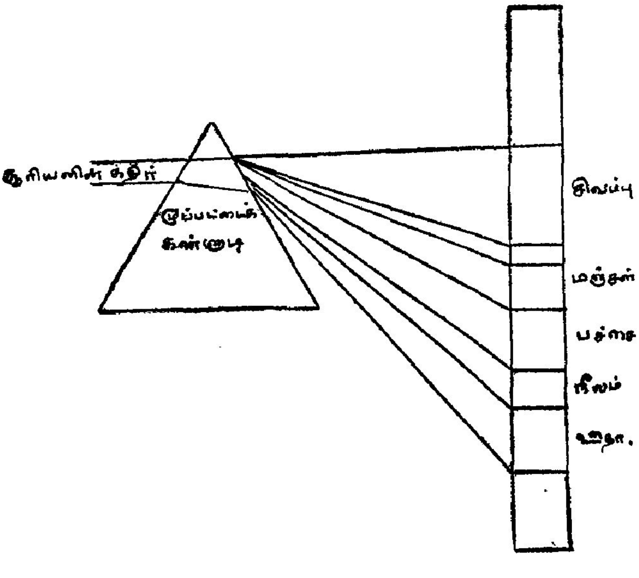
ஆனால் *1900*-ஆம் ஆண்டிற்றான் ஒளியின் உண்மையான தத்துவம் வெளியாயிற்று. அதை வெளியிட்டவர் மாக்ஸ் பிளாங்க் (Max Planck) என்பவர். ஒளி, ஒரு குறிப்பிட்ட அளவில், மிக நுண்ணிய சக்தித் துணுக்குகள் நிறைந்த பைகள் அல்லது பாக்கட்டு (Packet) களாகக் கொட்டுகிறது என்று கண்டு, அப்பைகட்கு அவர் குவாண்டங்கள் (Quanta) என்று பெயரிட்டார். அவருடைய கொள்கைக்குக் “குவாண்டம் விதி” (Quantum Theory of Light) என்று பெயர்.

நமக்கு இயற்கை ஒளி சூரியனிடமிருந்தும், விளக்கினிடமிருந்தும் கிடைக்கிறது. சூரியனுடைய ஒளிக்கதிர்கள் வெண்மையாக உள்ளன. ஆனால் அவை உண்மையில் வெண்ணிறமல்ல. பல நிறங்களைக்கொண்ட ஒளிக்கதிர்கள் ஒன்று கலந்து வெண்மையாகக் காணப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு நிறமும் ஒரு குறிப்பிட்ட நீளமுள்ள அலைகளைக்கொண்ட கதிர்களாலானவை. சூரிய ஒளியில் கலந்துள்ள மிக நீளமான அலைகளையும், மிக நுண்ணிய அலைகளையும் நாம் காணவியலாது. ஒரு சில அலை நீளங்களைக் கொண்ட கதிர்கள் மட்டிலுந்தான் நம் கட்புலனுக்குப் படுகின்றன. இதை ஓர் உதாரணத்தால் அறியலாம். ரேடியோ அலைகளும் பலதரப்பட்ட நீளங்களை யுடையவை. ரேடியோ கருவி எந்த அலையைக் கவரவேண்டும் என்று கருதுகின்றோமோ, அதற்குத் தக்கபடி ஊசியை நகர்த்தினால் நாம் விரும்பிய நிகழ்ச்சியைக் கேட்கலாம். இதைப் போலவே, நம் கண்களும் சூரிய ஒளியில்

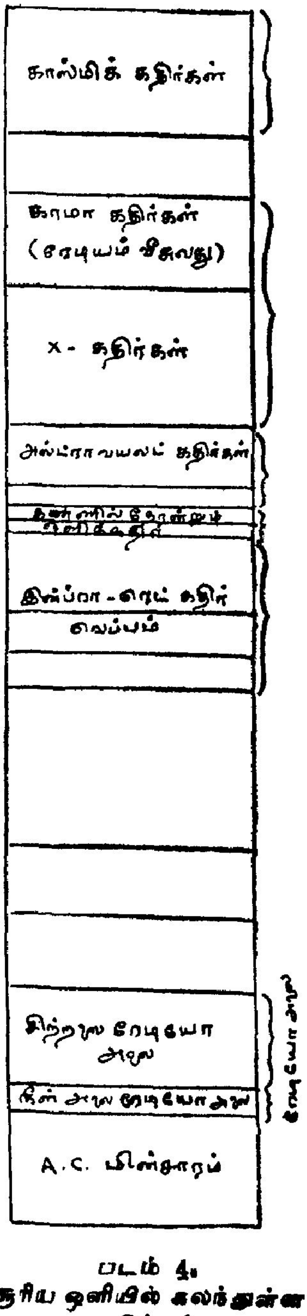
ஒரு குறிப்பிட்ட அலை நீளமுள்ள கதிர்களைத்தான் கவர்கின்றன. நாம் காணக்கூடிய ஒளிக் கதிர்களின் அளவு மூன்று சத விகிதந் தான். எஞ்சிய தொண்ணூற்றேழு சதவிகிதத்தை நாம் பார்க்க முடியாது.

சூரியனுடைய வெள்ளொளியைப் பிரித்து அதனுள்ளடங்கி இருக்கும் பல நிறங்களைத் தனித் தனியாகக் காட்டும் கருவிக்கு ஸ்பெக்ட்ராஸ்கோப் என்று பெயர். இக் கருவி கண்டு பிடிக்கப்பட்ட பின் ஒளியினைப்பற்றிய ஆராய்ச்சியிலும், வான ஆராய்ச்சியிலும் ஒரு பெரும் புரட்சி ஏற்பட்டது.

ஸ்பெக்ட்ராஸ்கோப்பின் முக்கிய உறுப்பு முப்பட்டைக் கண்ணாடிதான். இக் கண்ணாடியின் மூலமாக சூரியனுடைய ஒளிக்கதிர் ஒன்றைச் செலுத்தினால், அது அக் கண்ணாடியின் ஒருபுறம் நுழைந்து மறுபுறம் வெளிவரும் போது பல நிறங்களாகப் பிரிந்து விடுகின்றது. வான வில்லில் தோன்றும் அத்தனை வண்ணங்களும் இங்கும் காணப்படுகின்றன. இக் காட்சிக்கு "ஒளிவண்ணம்" அல்லது "ஸ்பெக்ட்ரம்" (Spectrum) என்று பெயர். (3, 4 ஆம் படங்களைப் பார்க்க.)




படம் 3
ஸ்பெக்ட்ரம் (ஒளிவண்ணம்)




படம் 4.
சூரிய ஒளியில் கலந்துள்ள கதிர்கள்.

ஸ்பெக்ட்ரத்தில் மொத்தம் ஏழுவகை வர்ணங்கள் வரிசையாகக் காணப்படுகின்றன. அவற்றிற்கு முறையே ஊதா (violet) நீலம் (Indigo), வெண்ணீலம், (Blue) பச்சை (Green), மஞ்சள் (Yellow), ஆரஞ்சு (Orange), சிவப்பு (Red) என்று பெயர்.

ஸ்பெக்ட்ரத்தின் ஒரு கோடியில் காணப்படும் ஊதா கதிர்கள் மிகவும் வளைந்து வருகின்றன. மற்றொரு கோடியில் உள்ள சிவப்புக் கதிர்கள் மிகச் சிறிதே வளைந்துள்ளன. ஊதா கதிர்கட்குப் புறம்பாக, கட்புலனுக்கெட்டாத சில வகைக் கதிர்கள் உள்ளன. அவை மிகமிக நுணுக்கமான அலை நீளங்களைக் கொண்டவை. அவற்றின் வரிசைக் கிரமம் பின் வருமாறு:— புற ஊதா கதிர்கள் (Ultra-violet Rays), எக்ஸ்-கதிர்கள் (X-Rays), ரேடியம் என்ற உலோகத்தினால் வீசப்படும் காமா கதிர்கள் (Gamma Rays), இறுதியில் பிரபஞ்சக் கதிர்கள் (Cosmic Rays) இவைதாம்.

சிவப்புக் கதிர்களுக்கப்பாலும் கண்ணுக்குத் தோன்றாத சில கதிர்கள் உள்ளன. அவையாவன:—அகச் சிவப்பு அல்லது கனல் கதிர்கள் (Infra-Red or Heat Rays), ரேடியோ கதிர்கள் (Radio Waves), இறுதியில் மின்சாரக் கதிர்கள் (Alternating Electric Current) இவை யாவும் மிகப் பெரிய அலை நீளங்களைக் கொண்டவை. பல்லாயிரம் மைல் நீளமுள்ள அலைகளையுடைய கதிர்களும் சூரியனுடைய ஒளியில் கலந்துள்ளன.

செந்நிறக் கதிர்களின் அலை நீளம் 1/33,000 அங்குலம்; ஊதா நிறக் கதிர்களின் அலை நீளம் 1/64,000 அங்குலம் இந்த வரம்புகட்குட்பட்ட அலை நீளங்களைத் தவிர மற்றவை கண்ணுக்குப் புலனாவதில்லை. ஆகையாற்றான், மின்சாரம், ரேடியோ, அகச் சிவப்பு, புற ஊதா, ரேடியம், பிரபஞ்சக் கதிர்கள் ஆகிய கதிர்களை நாம் காணக்கூடுவதில்லை.

ஸ்பெக்ட்ராஸ் கோப்பினால் பிரித்தளிக்கப்பட்ட ஒவ்வொரு வண்ணக் கதிர்களும் தத்தம் கதையைச் செவ்வனே கூறுகின்றன. ஒரு நீதிமன்றத்தில், ஒரு வழக்கில், சாட்சிகள் அனைவரும் ஒரே சமயத்தில் நின்று சாட்சியங் கூறுவதில்லை அவர்கள் தாமறிந்தவற்றைத் தனித்தனியாகச் சொல்லவேண்டுமென்று நீதிபதி வற்புறுத்துகின்றார். முதன் முதல் போலீஸ்காரன் நிகழ்ந்த குற்றத்தை விளக்கித் தான் குற்றவாளியைக் கைது செய்த வரலாற்றை விளக்குகிறான். ஏனைய சாட்சிகள் தனித்தனி வந்து தாந்தாம் கண்களாற் கண்டவற்றை உரைக்கின்றனர். இதைப் போலவே ஸ்பெக்ட்ரத்திலுள்ள ஒவ்வொரு நிறமும் சூரியனைப் பற்றிய பல உண்மைகளைத் தனித் தனியாகத் தெரிவிக்கின்றன. அதாவது அந்நிறங்களைக் கொண்டு சூரியனுடைய அமைப்பைப்பற்றி விரிவாக அறிந்து கொள்ளுகின்றோம்.

பலதரப்பட்ட அலை பேதங்களையுடைய ஒளிக் கதிர்கள் யாவும் மனிதனுக்கு ஒவ்வொரு வகையில் உபயோகப்படுகின்றன. பிரபஞ்சக் கதிர்கள் வான வெளியின் இரகசியங்களை ஆராய்வதற்கும், ரேடியத்தின் காமா கதிர்கள் புற்று நோய்க்குச் சிகிச்சை செய்யவும், X-கதிர்கள் மனித உடலை ஊடுருவி உள்ளுறுப்புகளைப் படம் பிடிக்கவும், புற ஊதா கதிர்கள் உடல் வளர்ச்சிக்கு வேண்டிய வைட்டமின்-டி (Vitamin D,), சுண்ணச்சத்து (Calcium) இவற்றை யடையவும், ஊதா முதல் சிவப்பு ஈறாக உள்ள கதிர்கள் நம் கண்களைக் கொண்டு வெளி யுலகை நோக்கவும், அகச் சிவப்பு அல்லது கனற்கதிர்கள் உலோகங்களை உருக்க உலைகளைக் கொளுத்தவும், ரேடியோ கதிர்கள் ரேடியோ நிகழ்ச்சிகளைக் கேட்கவும், மின்சாரக் கதிர்கள் மின்சார விசையின் பல வகையான பலன்களை யடையவும் நமக்கு உபயோகப்படுகின்றன.

பதினேழாம் நூற்றாண்டு வரையில் ஒளி என்பது ஒரே சமயத்தில் எங்கும் தோற்றும் ஒரு நிகழ்ச்சி என்றும், இது ஒரு கால அளவுக்கு உட்பட்டதல்லவென்றும் விஞ்ஞானிகள் கருதினர். ஆனால், ஒளியும் ஒரு குறிப்பிட்ட வேகத்தில் பாய்ந்து செல்லுகிறது என்று இப்போது கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கிறது. அதன் வேகம் விநாடிக்கு 1,86,326 மைல் என்று முன்பொரு அத்தியாயத்தில் அறிந்தோம்.

சட்டென்று சூரியன் ஒளி வீசுவதை நிறுத்தி, இருளடைந்து விடின், அந்த விநாடியிலிருந்து 8 நிமிஷங்கள் வரையில் அதனுடைய உருவம் நம் கண்கள் முன்பு தோற்றிக் கொண்டே இருக்கும். ஏனெனில், ஒளி சூரியனை விட்டுப் புறப்பட்டுப் பூமியை யடைய 500 விநாடிகள் ஆகின்ற . துருவ தாரையின் ஒளி நம்மை யெய்த 75 ஆண்டுகளும், கேட்டை (Antares) என்ற மீனின் ஒளி பூமியையடைய 380 ஆண்டுகளும் செல்லுகின்றன.

ஒளியைத் தரும் பொருள்கள் சூரியனும் விண்மீன்களுமட்டுமல்ல; இயற்கை ஒளியை எண்ணெய் விளக்குகளிலும், மின்சார விளக்குகளிலும், மின்மினிப்பூச்சிகளிலும், சில கடல் மீன்களிலும் காண்கிறோம். சில திடப்பொருள்கட்கு அதிக வெப்பமூட்டினாலும் அவை ஒளி வீசத் தொடங்குகின்றன. இரும்பு முதலிய உலோகங்கள் உருகும்போதும், சில வாயுகளும், சோடியமும், மக்னீஷியமும் எரியும்போதும் ஒளி வீசப்படுகிறது. எனினும், அவை எல்லாவற்றிலிருந்தும் வீசப்படுவது ஒரே வகையான ஒளியன்று. சூரிய ஒளி ஒன்றில்தான் ஏழு நிறங்களும் கலந்துள்ளன. மற்ற எந்தப் பொருளின் ஒளியிலும் ஏதாவது ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட நிறங்கள் காணப்படுகின்றனவேயன்றி ஏழு நிறங்களும் ஒருங்கே தோன்றுவதில்லை. சோடியம், சுண்ணம், இரும்பு ஆகிய மூலங்கள் போதிய சூடேற்றப்பட்டு எரியும்போது ஒளியைக் கக்குகின்றன.

இவ்வொளியினது ஸ்பெக்ட்ரங்களில் சூரிய ஒளியில் காணப்பட்ட ஏழு வண்ணங்களில் ஏதோ ஒன்றைத்தான் காண்கின்றோம். எனவே இப்பொருள்களின் ஒளி வண்ணங்களும் சூரிய ஒளியின் ஸ்பெக்ட்ரத்தில் தோன்றுமாயின், இப்பொருள்கள் சூரியனில் உள்ளன என்று அறிகின்றோம். வானத்தில் நின்று ஒளி வீசும் எல்லா கோளங்களின் ஒளிக்கும் ஸ்பெக்ட்ரம் உண்டு. ஸ்பெக்ட்ரத்தை நோக்கி அக்கோளங்களில் என்ன மூலப்பொருள்கள் கலந்துள்ளன என்று கூறிவிடலாம்.

நாம் உணவுடன் உட்கொள்ளும் உப்பை விளக்கில் எரித்தால் அவ்விளக்கின் கொழுந்து மஞ்சளாக இருக்கிறது. அதாவது உப்பில் கலந்துள்ள "சோடியம்" என்ற உலோகம் எரியும்போது மஞ்சள் ஒளி வீசுகின்றது. அவ்வொளியை ஸ்பெக்ட்ராஸ்கோப்பில் செலுத்தினால், அதனின்றும் பெறப்படும் ஸ்பெக்ட்ரத்தில் பளபளப்பான இரண்டு மஞ்சள் கோடுகள் மட்டிலும் தோன்றுகின்றன. ஒரு குறிப்பிட்ட விண்மீனின் ஒளியை ஸ்பெக்ட்ரத்தில் காணும்போது பளபளப்பான இரண்டு மஞ்சள் கோடுகள் தோன்றினால், அந்த மீன் எரிந்துகொண்டிருக்கும் சோடியத்தாலான ஒரு கோளம் என்று நாம் முடிவு செய்து கொள்ளலாம். அதைப் போலவே இரும்பு உருகி, வாயுவாக மாறும்போது, அதனின்றும் வீசுகின்ற ஒளியினது ஸ்பெக்ட்ரத்தில் காணப்படும் கோடுகள் வேறு ஒரு மீனினுடைய ஒளியிலும் தோற்றினால் அந்த மீனிலும் இரும்பு கலந்துள்ளது என்று உறுதியாகக் கூறலாம்.

இரசாயனச் சோதனைக் கூடங்களில் ஒவ்வொரு மூலப்பொருளின் ஸ்பெக்ட்ரத்தையும் ஆராய்ந்தறிந்து, சிற்சில விண்மீன்களின் ஸ்பெக்ட்ரங்களுடன் அவற்றை ஒப்பிட்டு, அம்மீன்களில் கலந்துள்ள மூலங்களை அறிந்து கொள்ளுகிறோம். சூரிய ஒளியின் ஸ்பெக்ட்ரத்தை யாராய்ந்தால் பூமியில் காணப்படும் சுண்ணம், கரி, குரோமியம், செம்பு, நீர் வாயு, இரும்பு, காரீயம், மக்னீஷியம், நிக்கல், பொட்டாசியம், வெள்ளி, சோடியம், வெள்ளீயம், துத்தநாகம் ஆகிய பல மூலங்கள் சூரியனில் வாயு உருவத்தில் அடங்கியுள்ளதை அறிந்துகொள்ளலாம். சூரியனும், பூமியும், கோள்களும் ஒரே பிரபஞ்சக் கருவியினின்றும் பிறந்தவையாதலின், சூரியனிலும், பூமியிலும் ஒரே விதமான மூலங்கள் கலந்திருப்பதில் வியப்பேதுமில்லை.

நீர்வாயுதான் இயற்கையிலுள்ள மிகமிக இலேசான மூலம். "ஹீலியம்" என்ற கூறப்படும் மற்றொரு வகை வாயுவும் இலேசானதுதான். எனினும், இந்தப் பண்பில் இது நீர் வாயுவுக்கு அடுத்தபடியுள்ளது. ஹீலியம் சூரியனிடத்தில் இருப்பதாக முதன் முதல் ஜேன்சன் (P. J. C. Janssen) என்ற பிரஞ்சு நாட்டு வான சாஸ்திரியால் ஊகிக்கப்பட்டது. 1868-ஆம் ஆண்டு நிகழ்ந்த சூரிய கிரஹணத்தின்போது இவ்வுண்மையை அவர் கண்டறிந்தார். அக்காலத்தில் ஹீலியம் பூமியிலும் உள்ளது என்ற யாரும்

அறியார்கள். ஸர். வில்லியம் ராம்ஸே (Sir William Ramsay) என்பவர் "கிளிவைட்" (Clevite) என்ற ஒரு உலோகத்தினின்றும் தோன்றிய வாயுவை ஸ்பெக்ட்ரத்தின் மூலம் நோக்கும்போது இரண்டு ஆரஞ்சு நிறக் கோடுகள் காணப்பட்டன. இவை சூரியனிலுள்ள ஹீலியத்தின் கோடுகளாகையால், பூமியிலும் ஹீலியம் இருக்கிறது என்று கண்டு பிடிக்கப்பட்டது.

நம்முடைய பூமியிலேயே உள்ள ஒரு மூலப் பொருள் முதன் முதல் ஒன்பது கோடி மைல்களுக்கப்பாலுள்ள சூரியனிடத்தில் கண்டு பிடிக்கப்பட்டுப் பிறகு பூமியில் காணப்பட்டது ஒரு பெரும் விந்தையாகும். மனித அறிவின் ஆற்றல்தான் என்னே !

ஸ்பெக்ட்ரோ-ஹீலியாஸ்கோப் எனப்படுவது மற்றொரு கருவி. சூரியனைப் பற்றிய ஆராய்ச்சிக்காகவே இது செய்யப்பட்டுள்ளது. சூரியனுடைய மேற்பரப்பைப் பற்றின பல உண்மைகள் இக்கருவியினால் வெளியாயின. இதைக்கொண்டு சுண்ணம், நீர்வாயு முதலிய வாயுக்கள் மூலம் சூரியனை பல வகையாகப் புகைப்படம் எடுத்திருக்கிறார்கள்.

ஒளியினது ஸ்பெக்ட்ரத்தின் உதவியினால் அவ்வொளியை வீசுகின்ற மீன் எத்தகைய மூலங்களினால் படைக்கப்பட்டது என்று அறிந்து கொள்வதோடு, அது, திடம், திரவம், வாயு ஆகிய மூவுருவங்களுள், எவ்வுருவத்தில் இருக்கிறது என்றும் தெரிந்து கொள்ளுகிறோம். இஃதன்றி அம்மீன் நிலைத்து நிற்கின்றதா, அன்றி ஓடிக் கொண்டிருக்கின்றதா, அப்படி ஓடிக் கொண்டிருப்பின், அது நம்மை நோக்கி வந்து கொண்டிருக்கின்றதா, அல்லது நமக்கு எதிர்ப்புறமாக ஓடுகின்றதா என்றும் எளிதில் அறியலாம். இவ்வுண்மைகளையெல்லாம் எடுத்துக்காட்டுகின்ற ஸ்பெக்ட்ர நிலைக்கு "டாப்ளர்-பலன்" (Doppler Effect) என்று பெயர், 1842-ம் ஆண்டில் கிரிஸ்டியன் டாப்ளர் என்ற ஆஸ்திரிய நாட்டுப் பௌதிக சாஸ்திரியால் இந்நிலை உலகிற்கறிவிக்கப்பட்டதால் இதற்கு அவர் பெயரே இடப்பட்டது.

டாப்ளர்-பலனின் உதவியால் சுவாதி (Arcturus) என்ற அழகிய மீன் நம்மை நோக்கி நொடிக்கு நாற்பது மைல் வேகத்தில் ஓடி வந்து கொண்டிருக்கின்றது என்றும், உரோகிணி(Aldebaran) என்ற செந்நிற மீன் நொடிக்கு நாற்பத்தைந்து மைல் வீதம் நமக்கெதிர்ப் புறமாக ஓடிக்கொண்டிருக்கிறதென்றும் கணக்கிடப் பட்டிருக்கிறது.

# அத்தியாயம் 8

## சூரியன்

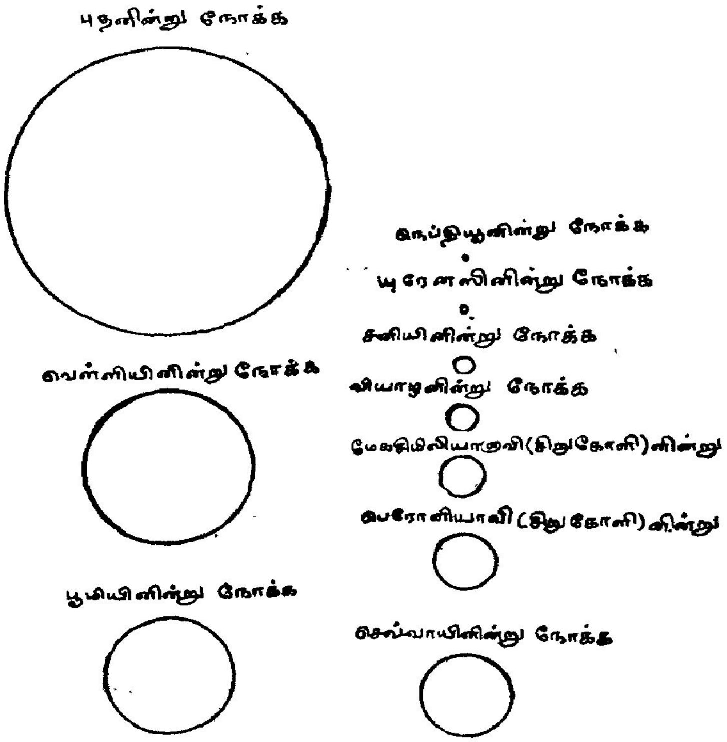
வானவெளியில் கண்சிமிட்டும் விண்மீன்கள் அத்தனையும் சூரியர்கள் தாம். அளப்பரும் சேய்மையிலிருப்பதால், ஒரு பெரிய தூரதரிசினியில் கூட அவை சிறுசிறு புள்ளிகள் போன்று தோற்றுகின்றன. அவற்றின் உண்மையான உருவம் தெளிவுபடக் காணப்படுவதில்லை. கோடிக் கணக்கான மீன்களில் யாதேனும் ஒன்றினைப் பற்றிப் பூரண ஆராய்ச்சி செய்து, அதன் குணவிசேஷங்களையறிந்து கொண்டோமாயின், மற்ற மீன்களின் குணவிசேஷங்களையும் அறிந்தோமாவோம். இவ்வாராய்ச்சிக்குத் தக்க மீன் நமக்கு மிக அண்மையில் அமைந்திருக்குமொன்றுதான். அத்தகைய மீன் சூரியனேயாகும் சூரியனுடைய ஒளி நம்மைவந்து எய்த 8 நிமிஷங்கள் ஆகின்றன. சூரியனைத் தவிர்த்து. நமக்கு அண்மையிலுள்ள மற்றொரு மீன் "ஆல்பா செண்டாரி" என்ற பெயருடையது. இது 4,3 ஒளியாண்டுகள் தொலைவில் உள்ளது. நமக்கும் சூரியனுக்குமிடையிலுள்ள தூரத்தைவிட 2,00,000 மடங்கு அதிக தூரத்திலுள்ளது அந்த மீன்.

சூரியனுடைய அமைப்பைப் பற்றிய உண்மைகளை நாம் விரிவாக ஆராய்ந்தறிந்தோமானால், அவை யாவும் விண்மீன்களின் குணவிசேஷங்களாகக் கொள்ளலாம், பிரபஞ்சத்தின் தத்துவத்தையும் ஒருவாறு உணர்ந்து கொள்ளக்கூடும்.

சூரியன் 9 கோடி மைல் தூரத்தில் இருப்பதால் வானத்தில் வட்ட வடிவத்துடனும் கண்களைப் பறிக்கும் பேரொளியுடனும் திகழ்கிறது. ஆனால் அது சப்தரிஷி மண்டலத்தில் ஒரு மீனாக அமைந்திருக்குமாயின், அதை வெற்றுக் கண்களால் காண முடியாது. அவ்வளவு நுண்மையாக இருக்கும். ஒவ்வொரு கோளினின்றும் நோக்கினால் காணப்படும் சூரியபிம்பத்தின் அளவைப் படம் 5-ல் காணலாம்.

பூமியின் மேல் வாழ்ந்து வரும் உயிர்கட்குச் சூரியன்றான் ஆதாரம். சூரிய ஒளியும், வெப்பமும் இடைத்திராவிடின் பூமியில் எவ்வித உயிரும் தோன்றியிராது. பூமியும், ஏனைய கோள்களும் தத்தம் வாழ்வு நலன்களைச் சூரியனிடமிருந்தே பெறுகின்றன. சூரியன் ஒரு குடும்பத்தின் தலைவன். புதன், வெள்ளி, பூமி, செவ்வாய், வியாழன், சனி, யுரேனஸ், நெப்டியூன், புளூடோ ஆகிய கோள்களும், சந்திரர்களும், சிறுகோள்களும், சில வால்மீன்களும், எரிமீன்களும் இக்குடும்பத்தைச் சேர்ந்தவை.

பூமியின் குறுக்களவு 8,000 மைல். சூரியனுடைய குறுக்களவோ 8,65,000 மைல்! நூற்றைம்பது பூமிகளை ஒன்றன் பக்கத்தில் ஒன்றாக அடுக்கினால் சூரியனுடைய குறுக்களவுக்கு ஒப்பா




படம் 5 (சூரிய பிம்பத்தின் தோற்றங்கள்)

னும். சூரியன் பூமியை விடப் பத்து லட்சம் மடங்கு பெரியது. சூரியனுடைய உருவம் பிரம்மாண்டமானது. அதைப் போன்று ஒரு கோளத்தைக் கட்டிக் கொடுக்க ஒருவன் ஒப்பந்தம் செய்து கொள்ளுகிறான் என்று வைத்துக் கொள்ளுவோம். பூமியின் பரிமாணமுள்ள கட்டிடச் சரக்குகளை நாடோறும் இருபத்தி நான்கு மணி நேரமும் இடைவிடாமல் சேகரிப்பானாயின், அவன் அதைக் கட்டிமுடிக்க நூற்றைம்பது ஆண்டுகள் செல்லும்!

சூரியனுடைய எடை 2,000,000,000,000,000,000,000,000,000 டன்கள். பூமி திடப் பொருளாலானது. ஆனால் சூரியன் வாயுப் பொருளாலானது. பூமி தண்ணீரைவிட 5.5 திண்மை (Density) உடையது. சூரியனுடைய திண்மையோ தண்ணீரைவிட 1.41 மடங்குதான் உள்ளது. பூமிக்குள்ள கவர்ச்சி சக்தியைவிட சூரியனுக்கு 28 மடங்கு அதிகமான கவர்ச்சி உண்டு. பூமியின் மேல் ஒரு மனிதனுடைய எடை 150 பவுண்டாக இருப்பின் அதே மனிதன் சூரியன் மேல் 2 டன் (4,800 பவுண்டு) எடையுள்ளவனாக இருப்பான். இங்குத் தன் கைகால்களை எளிதில் இயக்கக்கூடிய

அவன் சூரியன்மேல் அவற்றை அணுவளவேனும் அசைக்க முடியாது.

சூரியன் நமக்கு, 9,30,00,000 மைல் தொலைவிலுள்ளது. மணிக்கு 400 மைல் பறக்கும் ஒரு விமானம் 25 ஆண்டுகளில் சூரியனைச் சென்றடையும். நொடிக்கு 1,86,000 செல்லும் ஒளி சூரியனை விட்டுப் புறப்பட்டு நம்மை வந்தடைய 8 நிமிஷங்கள் ஆகின்றன.

சூரியனிடத்திலிருந்து உற்பத்தியாகும் வெப்பத்தின் அளவை இவ்வளவு என்று திட்டமாகக் கணக்கிட முடியாது. அதனுடைய வெப்பம் ஒரு பெரும் காலாக்னி என்று மட்டும் நாம் அறிவோம். இரண்டே கால் மைல் சுற்றுக்களவும் ஒன்பது கோடியே முப்பது லட்சம் மைல் உயரமுமுள்ள ஒரு பனிக் கட்டிக் கம்பத்தின் மேல் சூரிய வெப்பம் முழுவதையுஞ் செலுத்தினால் அக்கம்பம் ஒருநொடியில் தண்ணீராக உருகி விடுமென்றும், அப்படி உருகின தண்ணீர் எட்டு விநாடிகளில் ஆவியாக மாறிவிடுமென்றும் கூறப்படுகின்றது. சூரியனுடைய மேல் பரப்பின் உஷ்ணம் 12,000°F. உட்புறத்தின் உஷ்ணம் 4,00,00,000°F. சூரியனின் அளவு பெரிய ஒரு நிலக்கரி கோளத்தைக் கொளுத்தினால், அது ஆறாயிரம் ஆண்டுகள் வரை எரியும்!

இவ்வளவு மகத்தான வெப்பத்தில் ஒரு சிறிதளவுதான் நாம் பெறுகிறோம். இதை ஒரு சிற உதாரணத்தால் அறியலாம். சூரியனுடைய ஒளி முழுவதையும் அவன் செலவிடும் பணம் என்பதாக நினைத்துக் கொள்ளுவோம். அவன் ஒரு ஆண்டில் 27,000 கோடி ரூபாய் செலவிடுவானாயின், அத்தொகையில் பூமிக்கு 135 ரூபாய்தான் கிடைக்கும்! எனினும் பூமியின் மேல் உயிர் வகைகள் வாழ்வதற்கு வேண்டிய உஷ்ணத்தைத்தான் நாம் பெறுகிறோம். நமக்குக் கிடைக்கிற சூரிய ஒளியில் பத்தில் ஒரு பங்கு குறைந்து விட்டாலும் பூமி முழுவதும் உறைந்த பனிக்காடாகி விடும். அன்றி ஒரு சிறிதளவு வெப்பம் அதிகரித்தாலும் அது வெந்து சாம்பலாய்விடும்.

பூமியின் உயிர்நாடி சூரியனுடைய வெப்பந்தான்.

ஒவ்வொரு ஆண்டிலும் இவ் வெப்பத்தால் பூமியின் மேலுள்ள கடல்களினின்றும், ஆறு, குளங்களினின்றும் 48 கோடி டன் தண்ணீர் ஆவியாக மாறுகிறது வானத்தில் ஒரு மைல் உயரத்தில் இந்த ஆவி மேகமாக மாறுகின்றது. மேகம் குளிர்ந்து மண்முயாகப் பூமியின் மேல் கொட்டுகிறது. மழையின உதவியால் தாவரங்களும், விலங்குகளும் மக்களும் உயிர் பெற்று வாழ்கின்றனர். மழை நீரினால் ஏரிகளும், குளங்களும் நிரம்புகின்றன, ஆறுகள் பெருக்கெடுத்தோடுகின்றன. நீரோட்டத்தை மடக்கி, மின்சாரம் உண்டு பண்ணி, மனிதன் அதைத் தன் வாழ்க்கைக்குப் பல வகைகளில் பயன்படுத்திக் கொள்ளுகிறான்.

முன்னொரு காலத்தில் சூரிய வெப்பத்தால் வளர்ந்து, கால பேதத்தால் பூமிக்குள் புதையுண்டு போன பிரம்மாண்டமான மரங்களுஞ் செடிகளுந்தான் இப்போது நிலக்கரியாகவும், பெட்ரோலிய மாகவும் சுரங்கங்களிலிருந்து கிடைக்கின்றன. இவற்றைக்கொண்டு புகை வண்டிகளையும், மோட்டார் இயந்திரங்களையும் இயக்குகின்றோம்.

பூமியின் மேல் விழும் சூரிய ஒளியின் பரப்பில் ஒரு சதுர கஜ இடவளவில் ஒன்றரைக் குதிரை ஓட்டமுள்ள சக்தியை நாம் பெறக் கூடும். ஆனால் சூரியனுடைய மேற்பரப்பில் அதே சதுர கஜ அளவில் 64,800 குதிரை ஓட்டமுள்ள சக்தியை நாம் பெறுகின்றோம்.

சூரியனுக்கு இவ்வளவு வெப்பம் எங்கிருந்து வந்தது? எவ்வளவு காலமாக இது எரிந்து கொண்டு வருகிறது? இத்தணல் ஏன் இன்னும் தணிந்து போகவில்லை? நாளுக்கு நாள் சூரியன் வெப்பத்தில் குறைந்து வருகிறதா? அன்றி மிகுந்து கொண்டே போகிறதா? வெப்பந் தணிந்து கொண்டே போவதாயின் சூரியன் முற்றிலும் குளிர்ந்து போக எவ்வளவு காலஞ்செல்லும்? அவ்வாறு அது தன் ஒளியையும், கனலையும் இழந்துவிடின், அதனைச்சுற்றிச் சுற்றி, அதனுடைய அருள் வெள்ளமாகிய ஒளியின்பத்தில் ஆழ்ந்து விளையாடிக் கொண்டிருக்கும் கோள்களின் கதி என்னவாம்? பூமியில் வாழ்ந்து வரும் உயிர் வகைகளின் நிலைமைதான் என்னவாம்?

பலகோடியாண்டுகட்கு முன்பு ஒரு காலத்தில் பூமிமுழுதும் நூற்றுக்கணக்கான அடிகள் தடிப்புள்ள பனிக்கட்டிகளால் மூடப் பட்டுக் கிடந்தது. காலப்போக்கில், பனிக்கட்டிகள் உருகி, நிலங்கள் உயர்ந்து உயிர் வகைகள் தோன்றின. இதை நோக்கும் போது ஒரு காலத்தில் சூரியனுக்கு வெப்பம் குறைந்திருந்து இப்போது அதிகரித்து வருகின்றதோ என்ற ஐயம் நமக்குள் தோன்றுகின்றது; ஆனால் சூரிய வெப்பத்தின் அளவில் எக்காலத்திலும் மாறுதல் இருந்ததில்லையென்று பல சான்றுகளால் நாம் அறிந்திருக்கிறோம்.

ஹெல்மாட்ஸ் (Helmotz) என்ற ஜர்மன் விஞ்ஞானி (1821—1894) சூரிய வெப்பத்தைப்பற்றிப் பின்வருமாறு ஒரு கொள்கையை வெளியிட்டார். அவர் கூறியதாவது : சூரியன் பூமியைப் போன்று ஒரு திடப்பொருளல்ல; வாயுத்திரட்சியால் ஆனது. சிறிதுசிறிதாக இத்திரட்சியில் அழுத்தமும், நெருக்கமும் ஏற்படவே சூரியன் தன் உருவில் சுருங்கி வருகிறது. அவ்வாறு சுருங்கும்போது அதனிடத்தில் அளவற்ற வெப்பம்பிறக்கின்றது. சைகிள் வண்டிச் சக்கரத்துக்குக் காற்றடிக்கும்போது காற்றின் அழுத்தத்தினால் பம்ப்புக்குழாயில் சூடேறுகிறதல்லவா? அதைப் போலத்தான் வாயுவின் அழுத்தத்தினால் சூரியனின்றும் சூடு உண்டாகின்றது. இவ்வழுத்தத்தின் காரணமாய் ஒரு ஆண்டில்

சூரியன் தன்னுருவில் 250 அடி குன்றுகின்றது; 21 ஆண்டுகளில் ஒரு மைல் குன்றுகின்றது. சூரியனிடத்தில் தோற்றும் உஷ்ணத்திற்கு இந்தச் சுருக்கமே போதுமானது. ஆனால் சூரியனுடைய உருவம் சுருங்கச் சுருங்க, அதனின்றும் பிறக்கும் வெப்பத்தினளவும் சுருங்குகிறது. எனவே, பூமிக்குக் கிடைக்கும் சூரிய வெப்பம் குறைந்துகொண்டே வருகிறது.

ஹெல்மாட்ஸ் அவர்களின் இக்கருத்தின்படி, இன்னும் ஒரு லட்சம் ஆண்டுகளில் பூமியின் தட்பவெப்பம் இப்போது இருப்பதைவிட 5° குறைந்துவிடும். சூரியன் மேற்கூறியவாறு உருவிற் குறுகிக் கொண்டே வந்தாலும், அதன் பரிமாணம் பிரம்மாண்டமானதால் இன்னும் குறைந்தது ஒரு கோடி யாண்டுகள்வரையில் அதனுடைய வெப்பத்தில் சிறிதளவேனும் தணிவுறாது. ஹெல்மாட்ஸினது கொள்கையின் உண்மையைச் சோதிக்கவேண்டுமாயின், முதலில் சூரியனுடைய குறுக்களவு இவ்வளவென்று திட்டமாக அளக்கப்படல் வேண்டும். அதற்குப்பின் அதன் உருவத்தில் எள்ளளவேனும் குறுக்கம் காணப்படுவதற்குக் குறைந்தது 10000 ஆண்டுகளாவது செல்லவேண்டும்! எனவே இக் கொள்கையைச் சோதனைக்குட்படுத்த வியலாது.

மேலே விவரிக்கப்பட்ட ஹெல்மாட்ஸின் கொள்கைக்கு இப்பொழுது செல்வாக்கு இல்லை. ஏனெனில், சகல பௌதிகப் படைப்புகட்கும் மூலகாரணமான அணுச் சக்தியைப் பற்றிய ஆராய்ச்சியின் பயனாய்க் கதிரவன் கனலுக்கு முற்றிலும் பொருத்தமானதொரு காரணம் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது.

பிரபஞ்சம் சத்துப்பொருளால் ஆக்கப்பட்டது. ஆதலின், சூரியனின் படைப்புக்கும் இச்சத்துப் பொருள் தான் அடிப்படையாகும். சத்துப்பொருள் அணுக்கூட்டங்களாலாயது. ஒரு அணு தகர்ந்து அழிந்துபோம் காலத்தில் அதனின்றும் மகத்தானதொரு சக்திப் பிறக்கிறது. அணுவை அழிப்பதற்குப் பெருங் கனல் வேண்டும். இது சூரியனிடத்திற்றான் உள்ளது. அந் நெருப்புக் கோளத்தில் பல்லாயிரம் மைல் உயரம் கொழுந்துவிட்டெரியும் ஊழித்தீயில் ஒவ்வொரு நொடியிலும் எண்ணிறந்த அணுக்கூட்டங்கள் அழிந்துபோகின்றன. அப்பொழுது அவற்றினின்றும் விடுதலைப்பெறுகிற சக்திதான் சூரியனுக்கு அழியாத் தணலைக் கொடுத்துவருகிறது.

அணு எவ்வாறு அழிகிறது? அணுவென்பதென்ன? இவற்றிற்கு விடையைத் தெரிந்து கொள்ளுவோமாயின் படைப்பின் விசித்திரத்தை ஒருவாறு உணர்ந்தவர்களாவோம்.

சத்துபபொருள் என்பது பொன், வெள்ளி, இரும்பு, வீடு, மலை இவற்றைப்போன்ற திடப்பொருள் என்று பலர் நினைக்கக் கூடும். ஆனால் அது சரியல்ல; தண்ணீரும் சத்துப்பொருள் தான். தண்ணீர் உண்டாவதற்குத் தேவையான பிராணவாயு, நீர்

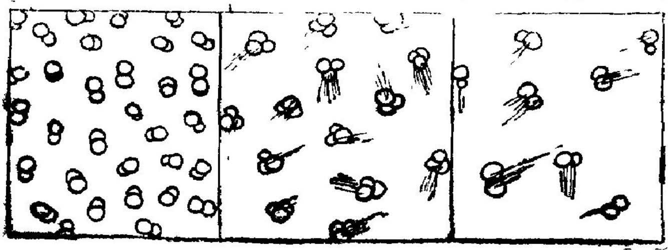
வாயு ஆகிய இவையும் சத்துப்பொருள்கள்தான். ஒரே சத்துப் பொருள் நீராவியாகவும், தண்ணீராகவும், பனிக்கட்டியாகவும், பிராணவாயுவாகவும், நீர்வாயுவாகவும் காட்சியளிக்கின்றது.

சத்துப் பொருட்குச் சில பண்புகள் உண்டு. அது குறிப் பிட்ட இடத்தை நிரப்புகிறது; அதற்கு எடை உண்டு; அது பரவுந் தன்மையும் வாய்ந்தது.

தண்ணீர் என்பது நீர்வாயு, பிராணவாயு இவ்விரண்டினு லாய ஒரு கலவை. இச்சத்துப்பொருளின் மிகக்குறைந்த அள வுக்கு "பேரணு" (Molecule) என்று பெயர். இதை மிகவும்சக்தி வாய்ந்த பூதக்கண்ணாடியாற்கூட காணமுடியாது; அவ்வளவு நுண்மையானது. இதை ஒரு உதாரணத்தாலறியலாம். ஒரு துளி தண்ணீரை நம் பூமியளவு பெரிய உருண்டையாக நினைத்துக் கொள்ளுவோமாயின், அப்போது அத்துளியில் சேர்ந்துள்ள ஒவ் வொரு பேரணுவும் ஒரு டென்னிஸ் பந்தளவு இருக்கும். ஒரு சத்துபபொருள் திண்மைபொருந்திய பொருளாக மைக்குத் தோன்றினாலும், அது எண்ணிறந்த பேரணுக்களின் சேர்க்கை யாலானதால், அப்பேரணுக்களின் இடையில் இடைவெளிகள் நிறைந்துள்ளன. இப்பேரணுக்கள் அங்குமிங்கும் நிலையின்றிச் சுழன்று கொண்டே இருக்கின்றன.

ஒவ்வொரு பேரணுவும் இரண்டு அல்லது இரண்டுக்கு மேற் பட்ட அணுக்கூட்டங்களாலானது. ஒரு பேரணுவுக்கும் ஒருஅணு (Atom) வுக்கும் உள்ள பேதம் என்னவெனின், பேரணு என்பது அணுக்களின் சேர்க்கையாலான கலவை; அணு என்பது மூலபொருள். பேரணுவையே எவ்வளவு சக்திவாய்ந்த பூதக் கண்ணாடியின்மூலமும் காணமுடியாதென்றால், அணுவைக் கருத் திலும கொள்ளமுடியாது! டென்னிஸ் பந்தளவுள்ள பேரணு வைப் பூமியளவு பெரிய கோளமாக மனதில் நினைத்துப் பார்த் தால், அதனுள்ளடங்கியுள்ள ஒவ்வொருஅணுவும் ஒரு டென்னிஸ் பந்தளவுதான் இருக்கும். அணுவானது மிக நுண்ணிய ஒளி அலைகளைவிட அதி நுட்பமாயிருத்தலின் அதனை எக்கருவியி னது உதவியாலும் காணவியலாது. ஒரு சத்துப் பொருளின் குணம் அதனுடைய பேரணுக்களின் அமைப்புக்குத் தக்கவா றுள்ளது. நீர் வாயு அணுக்கள் இரண்டும், பிராணவாயு அணு ஒன்றும் சேர்ந்து ஒரு தண்ணீர்ப் பேரணுவாகிறது. இக் கலப் பில் பிராணவாயுவின் அணு ஒன்று அதிகமாகச் சேர்ந்துவிட்டா லும், அக்கலவை ஹைட்ரஜன் - பெராக்ஸைடாக (Hydrozen Peroxide) மாறுகிறது. அதைபபோலவே சோடியம் அணு ஒன் றும், குளோரின் அணு ஒன்றும் கலந்து சோடியம் குளோரைட் (Sodium Chloride) அதாவது, உணவிற் சேர்க்கப்படும் உப்பு ஆகிறது. இரண்டு பிராணவாயு அணுக்களும் ஒரு கரிஅணுவும் சேர்ந்து கரியமிலவாயு ஆகிறது. ஒரு பிராணவாயு அணுவும் ஒரு கரி அணுவும் சேர கார்பன் மானக்சைட் (Carbon Monoxide) என்ற கொடிய நஞ்சுவாயு தோற்றுகின்றது.

## பேரணுக்கள் (மாலிக்யூல்கள்)



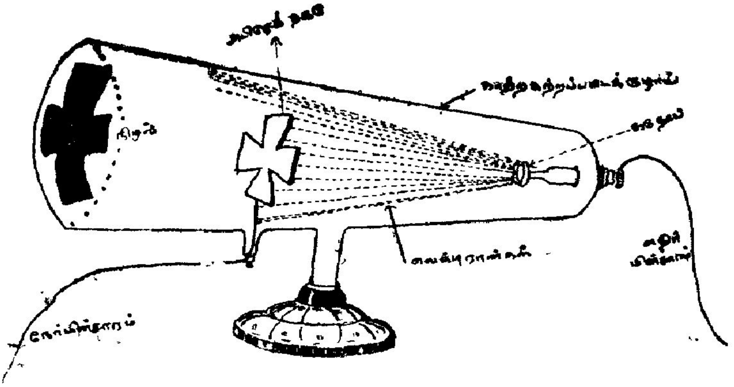
உப்பு  தண்ணீர்  கார்பன மானாக்சைட்

படம் 6. (அணுக்களின் சேர்க்கை)

பிராணவாயு, நீர்வாயு, கரியமிலவாயு, பாதரஸம், வெள்ளி, ஈயம் பொன் ஆகிய யாவும் தனிப்பட்ட பேரணு அமைப்புக்கள் உடையன. அவற்றிற்கெல்லாம் "மூலங்கள" (Elements) என்று பெயர். இதுவரை உலகில் 92 மூலங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

அணுவென்னும் சத்துப்பொருள்தான் மூலத்தின் ஆதி தோற்றமா, அன்றி அணுவுக்குள்ளும் எப்பொருளாயினும் இருக்கிறதா என்று விஞ்ஞானிகள் கேட்டு வந்தனர். இக்கேள்விகளுக்குத் தக்கவிடையை அளித்துவிட்டது விஞ்ஞானம். அணுவையும் தூளாக்கி, அதனுள் கட்டுப்பட்டுக்கிடக்கும் ஒரு மூலபல சக்தியை வெளியாக்கி, ஹீரோஷீமா, நாகசாகி என்ற இரு ஜப்பானிய நகரங்களை நொடிப்பொழுதில் சாம்பலாக்கிய அணுகுண்டுகள் தாம் அவ்விடையாகும்.

பௌதிக ஆராய்ச்சியில் ஒரு சோதனை செய்யப்பட்டது. அதைச் செய்தவர் ஸர் வில்லியம் குருக்ஸ் (Sir William Crookes) என்பார். காற்றகற்றப்பட்ட ஒரு கண்ணாடிக்குழாயில் ஒரு முனையில் மின்சாரம் செலுத்தப்பட்டது. அம்முனையிலிருந்து மற்றொரு முனைக்கு அருவம் போன்ற மிக நுண்ணிய சக்தித் துணுக்குகள் ஓடின. (படம் 7ஐப் பார்க்கவும்.)



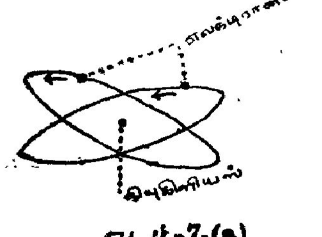
படம் 7 (மின்னணுக்கள். குருக்ஸ் சோதனை)

இத்துணுக்குகள் ஒவ்வொன்றும் மிகமிக நுண்ணியவை. பல்லாயிரம் துணுக்குகள் சேர்ந்தாலும் ஒரு அணுவுக்கு ஈடாகா. இத்துணுக்குகட்கு "மின்னணுக்கள்" (Electrons) என்று பெயர். இவை மின்சாரப் பண்புடையவை யாதலின் அவற்றிற்கு இப்பெயரிடப்பட்டது.

இச்சோதனையால் சத்துப் பொருள் அணுத் திரள்களானது என்ற கொள்கை மாறி, அணுவினும் சிறிய மின்னணுக்களால், அதாவது, மின்சார ஏற்றத்தால் ஆனது என்ற உண்மை இப்போது நிலைபெற்று விட்டது.

ஒரு அணுவைச் சூரிய மண்டலத்துக்கு ஒப்பிடலாம். சூரியனைச் சுற்றிக் கோள்கள் ஓடிக் கொண்டிருக்கின்றன அல்லவா? அதைப் போலவே ஒவ்வொரு அணுவினுள்ளும் ஒரு மையத் துணுக்கைச் சுற்றி ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட மின்னணுக்கள் ஓடிக் கொண்டிருக்கின்றன. மையத் துணுக்குக்குப் புரோட்டான் (Proton) என்று பெயர். பூமி சூரியனைச் சுற்றி மணிக்கு 67,000 மைல் வேகத்தில் ஓடுகின்றது. ஆனால் மின்னணுவோ புரோட்டானைச் சுற்றி மணிக்கு 72 லட்சம் மைல் வேகத்தில் பறக்கிறது.

ஒரு மின்னணுவின் குறுக்களவு ஒரு அணுவினது குறுக்களவில் லட்சத்தில் ஒரு பங்குதான். மின்னணுவின் நுண்மையை ஓர் உதாரணத்தால் அறியலாம். ஹீலியம் என்ற வாயுவைப் பற்றி ஏற்கெனவே அறிந்துள்ளோம். நீர் வாயுவுக்கு அடுத்தபடி மிக இலேசான மூலம் அதுதான். ஹீலியத்தின் அணுவின் மத்தியில் ஒரு மையத் துணுக்கு உளளது. அதை இரு மின்னணுக்கள் சுற்றிச் சுற்றி வருகின்றன. (படம்—7-(a)-ஐப் பார்க்க). இந்த அணு மண்டலத்தை நம் சூரிய மண்டலத்துக்கு ஒப்பிடலாம். நடுவண் நிற்கும் சூரியனையும், அதனை வெகு தூரத்தில் சுற்றி வரும் யுரேனஸ், நெப்டியூன் ஆகிய இரு கோள்களையும் முறையே மையத் துணுக்குக்கும், இரு எலக்ட்ரான்களுக்கும் ஒப்பிட்டு நோக்கலாம்.



படம்-7-(a)
(ஹீலியம் அணுவில் இரு எலக்டிரான்களும் ஒரு நியூகிளியசும்)

சூரியனுக்கும் மேலே கூறிய இரு கோள்களுக்கும் இடையே விரிந்த வெட்ட வெளியுள்ளது. அதைப் போலவே மையத் துணுக்குக்கும், அதனைச் சுற்றி வரும் இரு எலக்ட்ரான்கள் அல்லது மின்னணுக்களுக்கும் இடையே விரிந்த வெளியுள்ளது. எனவே ஒரு அணு பெரும்பாலும் வெட்ட வெளி நிறைந்தது என்று அறிகின்றோம். நம் உடம்பு முழுதும் அணுக்கூட்டங்களாலாயது என்று நாம் அறிவோம். ஒரு மனித உடலில் உள்ள

அணுக்கள் அத்தனையும் இடையிட்ட வெளி நீங்கி ஒன்றாகச் சுருங்கினால் ஒரு முற்றுப்புள்ளி ( . ) அளவில் அடங்கி விடும்.

எதிர் மின்சார ஏற்றமுடைய இரு மின்னணுக்கள் ஒன்றை யொன்று விலக்குகின்றன. அதைப் போலவே நேர் மின்சார ஏற்றமுடைய இரு மையத் துணுக்குகளும் ஒன்றையொன்று விலக்குகின்றன. ஆனால் ஒரு எதிர் மின்சார மின்னணுவும், ஒரு நேர் மின்சார மையத் துணுக்கும் ஒன்றையொன்று கவர்கின்றன. சாதாரணமாக ஒவ்வொரு அணுவிலும், நேர் மின்சாரமும், எதிர் மின்சாரமும் சம அளவாக இருக்கின்றன. ஒரு அணுவினுள், அளவுக்கு அதிகமாக மின்னணுக்கள் கவரப்பட்டால், அதில் எதிர் மின்சார ஏற்றம் மிஞ்சுகிறது. அதற்கு மாறாக அதனுள் ஏற்கெனவே இருக்கும் மின்னணுக்களில் சில கழிக்கப்பட்டால், அதில் நேர் மின்சாரம் மிஞ்சுகிறது. ஒரு அணுவுக்குள் ஏற்பட்டுக் கொண்டிருக்கும் இந்த மாற்றங்கட்கு "அயனுதல்" (Ionisation) என்று பெயர். மாறுபட்ட மின்சார ஏற்றங்கொண்ட அணுக்கட்கு "அயனிகள்" (Ions) என்று பெயர்.

சூரியனிலும், விண் மீன்களிலும், இந்த "அயன்" படைப்புத் தொழில் முடிவின்றி நடந்து கொண்டே போகிறது. அக்கோளங்களிலுள்ள பெருங்கனலில் அணுக்கள் சிக்குண்டு, தகர்ந்து போகின்றன. அப்போது அவற்றினின்றும் சில மின்னணுக்கள் பிரிந்து சென்று விடுகின்றன. பிறகு அவை நொடிக்கு 50 மைல் வேகத்தில் அதிர்ச்சியுறுகின்றன. மற்றும் அவ்வணுக்கள் ஒரு நொடியில் ஆயிரங் கோடியில் ஒரு பங்கு கால அளவில் ஒன்றோடு மற்றொன்று நெருங்கி மோதிக் கொள்ளுகின்றன. அந்நிலையில் பிரிக்கப்பட்ட மின்னணுக்கள் ஒரு அயனியில் நுழைந்து விடுகின்றன. மீண்டும் மீண்டும் இந்த மின்னணுக் கலப்பானது நடந்து கொண்டே போகிறது.

இவ்வாறு அணுவோடு அணு புணர்கின்ற செயலிற்றான் சூரியனுடைய காலாக்கினியின் தோற்றம் அடங்கியுள்ளது. சூரியனுடைய தணலில் நீர்வாயு அணுக்கள் எப்போதும் ஹீலியம் அணுக்களாக மாறிக் கொண்டே இருக்கின்றன.

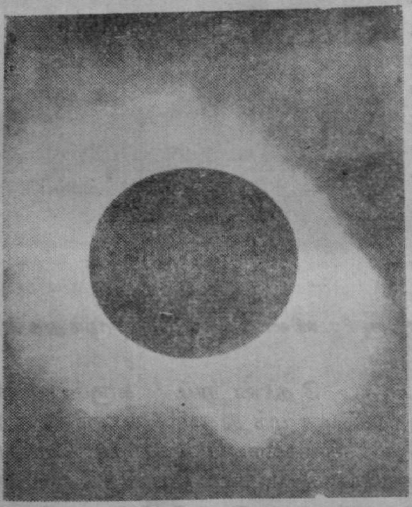
ஒரு சத்துப்பொருள் இரசாயன அல்லது பௌதிக மாறுதல் ஏற்கும்போது அதனுடைய எடையில் சிறிதளவு மாறுபாடும் காணப்படுவதில்லை என்பது விஞ்ஞானத்தின் முடிவு. ஆனால் பேராசிரியர் ஐன்ஸ்டைன் இரு அணுக்கள் புணர்ந்த பிறகு அவற்றின் எடை சிறிது குறைந்து விடும் என்று கூறினார். அக்கூற்று மெய்ப்பிக்கப்பட்டது. நான்கு நீர்வாயு அணுக்கள் புணர்ந்து ஹீலியமாக மாறின பிறகு, அந்த ஹீலியத்தின் எடை நான்கு நீர்வாயு அணுக்களின் எடைக்குச் சமமாக இருக்க வேண்டுமல்லவா? ஆனால் நிகழ்வதென்ன? நான்கு நீர்வாயு அணுக்களின் எடையை 100 என்று கொள்ளுவோமாயின், அவற்றின் கலப்பினால் உண்டான ஹீலிய அணுவின் எடை 97-தான் உள்ளது. நானூறு தோலா நீர்வாயு ஹீலியமாக மாறும்போது அதற்கு 397

தோலா எடைதான் எஞ்சுகின்றது. இவ்வாறு அணுப்புணர்ச்சியில் இழக்கப்பட்ட சத்துப் பொருள் என்னவாகிறது? சூரியனுள் நீர்வாயு அணுக்கள் ஹீலிய அணுக்களாக மாறும்போது அவை யிழந்துவிடும் எடையுள்ள சத்துப் பொருள் ஒளியாகவும் வெப்பமாகவும் மாறி வான வெளியில் பரவுகின்றது. சூரியனுள் இவ்வாறு உற்பத்தியாகிற சக்தி மகத்தானது. ஒவ்வொரு நொடியிலும் சூரியன் தன் ஒளியின் மூலம் 4 லட்சம் டன் சத்துப்பொருளை யிழக்கிறது! இவ்வாறு சத்துப் பொருளை இழந்து கொண்டே போனால், சூரியன் உருவிற் குன்றி விடுமோ என்று நாம் அஞ்ச வேண்டுவதில்லை. ஏனெனில் சூரியனுக்குற்ற இப்போதைய வெப்பத்தினளவு இன்னும் மூன்றரை லட்சம் கோடி யாண்டுகள் வரையில் எள்ளளவேனும் குறைவுறாது; சூரியனுக்குள் அவ்வளவு சத்துப் பொருள் அடங்கியுள்ளது.

பல கற்பகோடிகட்குப் பிறகு கொஞ்சங் கொஞ்சமாகத் தன் வெப்பத்தை யிழந்து சூரியன் இறுதியில் ஒரு இருண்டு தணிந்த கோளமாக மாறிவிடக்கூடும். ஒருவேளை அது மற்றொரு மீனுடன் மோதி, அக்காரணத்தினால் அதனுடைய அணுக்கூட்டங்கள் சிதைவுண்டு, அவற்றினின்றும் பீறிட்டெழுகின்ற சக்தியால், இழந்த தன் இளமையை மீளவும் பெறவுங்கூடும்!

சூரியனுடைய அமைப்பைப் பற்றி இப்போது அறிந்து கொள்ளுவோம்.

சூரியனுடைய அமைப்பு உள்ளும்புறமும் ஒரே திண்மையாக இல்லை; வெங்காயத்தைப் போன்று புரைபுரையாகக் காணப்படுகின்றது. ஒவ்வொரு புரைக்கும் ஒரு பெயர் உண்டு. அவை முறையே ஒளிமுடி (Corona), செங்கிறப்புரை (Chromosphere), தலைகீழ்ப்புரை (Inverse sphere), ஒளிப்புரை (Photosphere) என்பனவாம்.

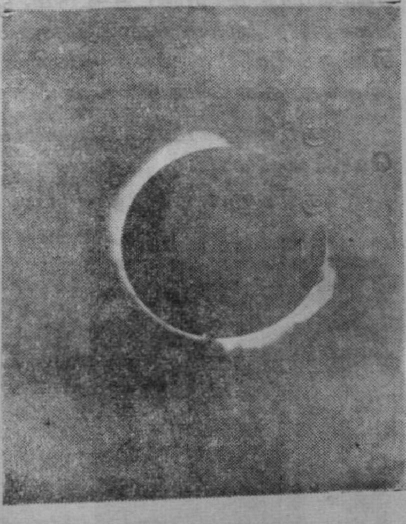


புகைப் படம் 4
சூரியனின் ஒளி முடி.

**முதற்புரை:** ஒளிமுடி— இதை நாம் காணமுடியாது. கண்களைப் பறிக்கும் சூரிய ஒளியில் இது மறைந்து கிடக்கிறது. ஆனால் இதைச் சூரிய கிரஹணத்தின் போது புகைப்படம் பிடித்திருக்கிறார்கள். பூர்ண சூரிய கிரஹணத்தின்போது சூரியனை மறைத்து நிற்கும் சந்திரபிம்பத்தைச் சுற்றிலும் முத்தொளியைப் போன்று வெள்ளைவெளேரென்று ஒளிக் கற்றைகள் காணப்படுகின்றன. (புகைப்படம் 4-ஐப் பார்க்க) ஒளி

முடி (கரோனாவுக்)கும் சூரியனுடைய மேல்பரப்புக்கும் ஒரு தொடர்பும் இல்லை. சூரியன் தன்னைத்தான் சுற்றிக்கொள்ளுகிறது. ஆனால் ஒளிமுடி சுழலாமல் நிலைத்துநிற்கின்றது. இது மின்சாரக் காந்தப் பண்புடையதென்று கருதுகின்றார்கள். இவ்வொளி முடியில் மிகமிக நுண்ணிய அணுத்திரள்களும், மின்சாரம் ஏற்றப் பட்ட துணுக்குகளும் அருவியிட்டோடுகின்றன. இவ்வொளிமுடி ஒரு வகைத்தான மின்சாரக் கதிர்களானபடியால், இவற்றின் மூலம் வால்மீன்கள் தங்கு தடையின்றி ஓடுகின்றன. சூரியனுக்கு மேல் ஒளிமுடி சிற்சில சமயங்களில் 90,00,000 மைல் வரை பரவி நிற்கிறது.

**இரண்டாம்புரை :—செந்நிறப்புரை.** ஒளிமுடிக்கு அடுத்து உள்ளே காணப்படுவது செந்நிறப்புரை. இது செக்கச்செவேரென்று விளங்குகிற ஒரு வாயுமண்டலம். இதனுடைய ஆழம் 5,000 மைல். இதனுள் எப்போதும் சுண்ணம், நீர்வாயு ஆகிய சத்துப் பொருள்கள் சூரியனுடைய ஊழிக்கனல்வாய்ப்பட்டுக் கொதிப் பேறிக் கொந்தளித்துக் கொண்டிருக்கின்றன. சிற்சில சமயங்களில் எரியும் நீர்வாயுவினாலான சிவந்த "தணற் கொழுந்துகள்" 50 00,000 மைல் உயரம் வரையில் நொடிக்கு 600 மைல் வேகத்தில் மேலெழுகின்றன. இவற்றிக்கு ஆங்கிலத்தில் பிராமினன்ஸஸ் (Prominences) என்று பெயர். (புகைப்படம் 5-ஐப் பார்க்க). ஒரு காலத்தில் இக்கொழுந்துகளைச் சூரிய கிரஹணத்தின் போதுதான் காணமுடிந்தது. ஆனால் இப்போது ஸ்பெக்ட்ராஸ் கோப்பின் உதவியால் அவற்றை எக்காலத்திலும் காணக்கூடும். இக்கருவியின் உதவியைக் கொண்டுதான் இக்கனற் கொழுந்துகளைப்பற்றிய ஆராய்ச்சிகள் நடைபெற்று வருகின்றன.



புகைப்படம் 5.
சூரியனின் தணற்கொழுந்துகள்

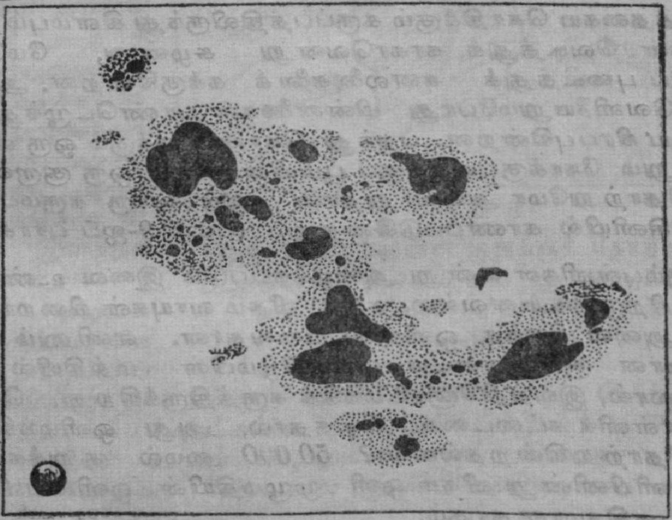
சூரியனிடத்தில் அவ்வப்போது தோன்றும் கரும்புள்ளிகளில் வீசுகின்ற தீப்புயல்களால் இக்கொழுந்துகள் வானில் எறியப்படுகின்றன. இவை காட்டுத் தீக்களைப்போலவும், முகிற் படலங்களைப்போலவும் பல உருவங்களில் காட்சியளிக்கின்றன.

**மூன்றாம்புரை : தலைகீழ்ப்புரை :—** இது செந்நிறப்புரைக்குள் காணப்படுகின்றது. இதனுடைய ஆழம் 1,000 மைல். ஒளி வண்ணக் காட்சியில் இது மாறுபட்ட நிலைகளைக் காட்டுகிறது.

**நான்காம்புரை : ஒளிப்புரை** :—இது தான் சூரியனுடைய உண்மைப் பிழம்பு. இங்கிருந்து தான் நம் கண்களையும், கருத்தையும் ஒருங்கே கவரும் தகத்தகாயமான ஒளிக்கதிர்களும், கனற்கதிர்களும் பிறக்கின்றன. இவ்வொளிப் பிழம்பை நாம் நேரிற் காணக்கூடாது ; கண்கள் கரிந்துவிடும்.

சூரியனுடைய மேற்பரப்பில் பல்லாயிரக்கணக்கான ஒளிக்கீற்றுக்கள் காணப்படுகின்றன. இவற்றிற்குத் " தீவர்த்திகள் " (Faculae) என்று பெயர். சூரியனுடைய மேற்பரப்பின் ஒளியைவிட இவை அதிக ஜோதியுடன் விளங்குவதால் இவற்றிற்கு இப்பெயர் அளிக்கப்பட்டது. இவை வட்டமான சூரிய பிம்பத்தின் விளிம்புகளில் மிகுந்தும், மத்தியில் குறைந்தும் காணப்படுகின்றன. துருவங்களில் இவை தோன்றுவதில்லை. சூரியன் ஒரு வாயுத்திரட்சியாதலின், அதனுடைய விளிம்புகளில் வாயுவின் திண்மை குறைந்துள்ளது. எனவே அங்கு ஒளியும் குன்றியுள்ளது. இக்காரணத்தால் அவ்விடங்களிலுள்ள தீவர்த்திகள் அதிக ஒளியுடன் விளங்குகின்றன. சூரியனுடைய சுடர்களுக்குள்ளிருந்து இளம்பும் ஆவிப்படலங்கள் தாம் இத்தீவர்த்திகள். இவை ஒவ்வொன்றும் 40,000 மைல் நீளமும் 5,000 மைலுக்கு மேற்பட்ட அகலமும் கொண்ட பரப்புடையன.

அடிக்கடி சூரிய உருவத்தில் கரும்புள்ளிகள் காணப்படுகின்றன. முகப்புப் படத்தில் இப்புள்ளிகளைக் காணலாம். இவற்றைத் தூரதரிசினியின் மூலம் தெளிவாகப் பார்க்கக்கூடும். இவை பல உருவங்களாக மாறிமாறி அமைகின்றன. (படம்-8-ஐப் பார்க்க)



படம் 8 **சூரியனில் காணும் கரும்புள்ளிகள்.**

படத்தின் அடிப்புறத்தில் இடது மூலையில் பூமியின் உருவம் வரைந்து புள்ளிகளின் பரிமாணத்திற்கு ஒப்பிடப்பட்டுள்ளது

மெருகிட்ட ஒரு வெள்ளித்தட்டில் மையைத் தெளித்தால் எவ்வாறு தோற்றுமோ அவ்விதமே சூரியனது ஒளிப்பிழம்பில் இவை ஆங்காங்கு தோற்றமளிக்கின்றன.

முதன் முதல் கலிலேயோ தன்னுடைய தூரதரிசினியில் 1610-ஆம் ஆண்டில் இப்புள்ளிகளைக் கண்டார். ஜோதி மயமான கதிரவன முகத்திலும் களங்கமா? தூய்மைக்குப் பிறப்பிடமான சூரியனிலும் கருப்புக் கறைகளா? என்று அவர் உள்ளம் நைந்தார். ஆனால் இக்கறைகள் யாவை என்பது பிற்கால ஆராய்ச்சிகளாற்றான் விளக்கமாயிற்று.

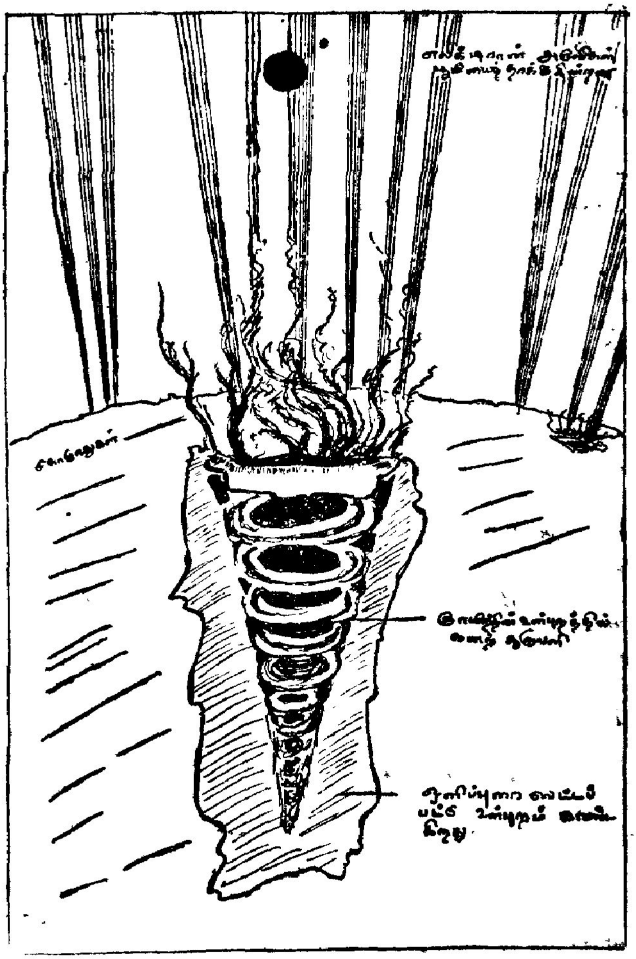
சூரியனுடைய சொந்த உருவம் ஒளிப்பிழம்புதான் என்றறிந்தோம். இது கொந்தளிக்கும் வாயுகளினாலாயது. இதன் மையத்தில் சூரியனுடைய காலாக்கினி பொதிந்துள்ளது. சிலசமயங்களில் இக்கனல் சூறுவளி போன்று சுழன்று சுழன்று மேலோங்கி, ஒளிப்பிழம்பைப் பிய்த்துக் கொண்டு வெளிவந்து வானளாவும் சுவாலைகளை வீசுகின்றது. இது வெளியேறுவதற்காக ஒளிப்பிழம்பில் திறக்கப்படும் வாயில்கள்தான் இப்புள்ளிகள். சூரியனுடைய காலாக்கினியின் கடுமையை யாரறிவார்கள்? உலகின் மேல் நாமறிந்துள்ள எத்தணலுக்கு அதை ஒப்பிடக்கூடும்! புதன் முதல் புளூடோ ஈறாக உள்ள சகல கோளகளுக்கும் பிறப்பிடமான கனல் கருப்பம் அல்லவா அது? படைப்புத் தொழிலுக்குத் தேவையான சத்துப் பொருளைப் படைப்புக் கொல்லனுக்கு ஈந்துதவிய ஆதி கொப்பரை இஃதேதான்.

இத்தகைய கொதிக்கும் கருப்பத்திலிருந்து கிளம்பும் போழல் வாயுக்கள் வெடித்துக் கரகரவென்று சுழன்று, மேலோங்கி, பொங்கிப் புடைத்துக் கனலலைகளைக் கக்குகின்றன. அவ்வாறு அவை வெளியேறும்போது மின்னலைகள் புரண்டெழுந்து வான வெளியை நிரப்புகின்றன. பறந்து கொண்டிருக்கும் ஒரு விமானத்தினின்றும் நோக்குபவருக்குப் பூமியின் மேல் ஒரு சூறுவளி எவ்வாறு தோற்றுமோ அவ்வாறுதான் ஒவ்வொரு கருமபுள்ளியும் தூரதரிசினியில் காணப்படுகின்றது. (படம் 9-ஐப் பார்க்க).

கரும்புள்ளிகள் என்று அழைக்கப்படும் இவை உண்மையில் கருப்பு நிறமுடையனவல்ல. கனல் வீசும் வாயுகள் நிறைந்திருத்தலின் அவை மிகுந்த ஒளியுடையவைதான். எனினும் ஜெகஜ்ஜோதியான சூரியனுடைய ஒளிப்பிழம்பின் மத்தியில் அமைந்திருத்தலால், இவற்றினொளி மங்கிக் கருத்திருக்கிறது. வெயிலில் ஒரு கொள்ளிக் கட்டையைப் பிடித்தால், அது ஒளிமங்கிக் கருப்பாய்த் தோற்றுகின்றதல்லவா? 50,000 மைல் குறுக்களவுள்ள ஒரு புள்ளியினின்று வீசும் ஒளி முழுமதியின் ஒளியைவிட 100 மடங்கு அதிகமானதாகும்.

ஒவ்வொரு புள்ளியின் அளவும் பிரம்மாண்டமானது. சிலவற்றின் குறுக்களவு 1,00,000 மைல் ஆகும். 1905-ஆம் ஆண்டில்

காணப்பட்ட புள்ளிகள் மிகப் பெரியவை. அவற்றுள் ஒன்று மூன்றரை லட்சம் மைல் குறுக்களவுள்ளதாக இருந்தது. ஒவ்வொன்றிலும் 40 பூமி உருண்டைகளை வரிசையாக அடுக்கி வைக்கலாம்.



படம் 9

**ஒரு கரும்புள்ளியின் குறுக்குத் தோற்றம்**

படத்தின் உச்சியில் உள்ள பூமி உருண்டை கரும்புள்ளியின் பரிமாணத்துடன் ஒப்பிடப்பட்டுள்ளது

சூரியனும் பூமியைப் போலவே தன்னைத் தான் சுற்றிக் கொள்ளுகின்றது. அவ்வாறு அது ஒரு முறை சுழல $25\frac{1}{3}$ நாட்கள் செல்லுகின்றன. ஆனால் அந்தக் கால அளவில் பூமி தன்கதியில் சிறிது தூரம் பெயர்ந்து சென்று விடுவதால் நமக்குச் சூரியன் $27\frac{1}{3}$ நாட்களில் சுழல்வதாகத் தோற்றுகிறது. சூரியனுடைய மத்திய பாகங்களை விட துருவங்கள் சிறிது மெதுவாகச் சுழல்வதால், அவற்றின் சுழற்சிக்கு $2\frac{1}{3}$ நாட்கள் இன்னும் அதிகமாகின்றன.

சூரியன் சுழல்வதால், கரும்புள்ளிகளும் ஒளிபபிழம்பின் ஒரு விளிம்பிலிருந்து மற்றொரு விளிம்புக்கு நகர்ந்து செல்லுகின்றன. இப்பெயர்ச்சி 14 நாட்களில் முடிவுறுகின்றது. புடைபெயரும்போது புள்ளிகள் உருவ மாற்றங்கள் எய்துகின்றன. வட்டமானவை நீள்கின்றன; நீண்டவை துண்டுபடுகின்றன; மற்றும் சில மறைந்து விடுகின்றன.

கரும்புள்ளிகளின் தோற்றத்தினால் பூமியின்மேலும், அதனைச் சுற்றிலுமுள்ள வாயு மண்டலத்திலும் பல கோளாறுகள் நிகழ்

கின்றன. கரும்புள்ளிகள் மின்சாரப் பண்புடையனவா யாதலின் அவற்றினின்றும் பிறக்கும் காந்தப் புயல்களால் பூமியின்மேல் அமைக்கப்பட்டுள்ள மின்சார சாதனங்களும், கருவிகளும் பாதிக்கப்படுகின்றன. ரேடியோ அலைகள் அப்புயலில் கலந்துவிடுவதால், ஒலிபரப்புகளில் குந்தகமேற்படுகின்றது. ரேடியோ நிகழ்ச்சிகளைத் தெளிவாகக் கேட்க இயலுவதில்லை. அதைப்போலவே ரேடியோ தந்திகளும் பாதிக்கப்படுகின்றன.

இப்புள்ளிகள் தோன்றுங்காலையில், பூமியின்மேல், வட துருவம், தென் துருவம் ஆகிய பிரதேசங்களில் "அரோரா" (Aurora) என்று கூறப்படும் அதி அற்புதமான காட்சித் தோற்றுகின்றது. அது வண்ணத் திரைகளைப்போலவும், கொடிகளைப் போலவும், வர்ண ஜாலங்களால் எழிலோங்கி விளங்குகின்றது. கரும்புள்ளிகளினின்றும் உற்பத்தியாகும் அணுக்கூட்டங்களும், மின்னணுக்களுந்தான் இந்த ஜோதிக்குக் காரணம். பூமிக்குமேல் 70 மைல் உயரத்தில் அரோரா காணப்படுகின்றது.

ஒவ்வொரு கரும்புள்ளியும் ஒரு பெருங் காந்தச் சுழலாகும். இதனின்றும் எழுகின்ற காந்தப் புயல்கள் ஒரு ஆண்டில் இரண்டு முதல் ஐந்து முறைகள் வரை வீசுகின்றன. அடுத்து இரண்டு நாட்கள் இந் நிகழ்ச்சியைக் காண்கின்றோம். எனினும் கரும் புள்ளிகள் பதினோர் ஆண்டுகட்கு ஒரு முறைதான் அதிகமாகத் தோற்றுகின்றனவென்று கணக்கெடுக்கபபட்டிருக்கின்றது. 1917, 1928, 1939 இவ்வாண்டுகளில் இவை காணபபட்டன. ஷ்வாப் (Schwabe) என்ற ஒரு இரசாயன சாஸ்திரி இதைப்பற்றிச் சிறிய ஆராய்ச்சிகளை நடத்திப் பல உண்மைகளைக் கண்டு பிடித்தார். இவருடைய சிறந்த உழைப்பைப் பாராட்ட வான நூலாராய்ச்சிக் கழகத்தாரால் (Royal Astronomical Society) இவருக்கு ஒரு தங்கப் பதக்கம் அளிக்கப்பட்டது. இவ்வாறு 11 ஆண்டுகட்கு ஒருமுறை தோற்றும் இந் நிகழ்ச்சிக்கு "சூரியனுடைய-புள்ளி-சைகிள்" என்று பெயர்.

பல அறிஞர்கள் இவற்றின் தோற்றத்தை மக்கள் வாழ்க்கையில் பலவகைபபட்ட நிகழ்ச்சிகளுடன் தொடர்புறுத்தி யிருக்கிறார்கள். இப் புள்ளிகள் உணவு தானியங்களின் விலைவாசிகளைப் பாதிக்கின்றனவென்றும், அதனால் வாணிப மந்தங்கள் ஏற்படுகின்றனவென்றும் பேராசிரியர் ஜெவன்ஸ் (Prop. Jevons) என்ற பொருளாதார நிபுணர் கூறினார். ஆஸ்திரேலிய நாட்டில் பலவித வானிலை ஆராய்ச்சிகளைப் புரிந்து நிறைந்த அனுபவம் வாய்ந்தவரான இனிகோ ஜோன்ஸ் ஒரு விந்தையான அபிப்பிராயத்தை வெளியிட்டுள்ளார். 164 ஆண்டுகட்கொருமுறை பூமியின்மேல் தட்ப வெப்ப நிலைமை, பருவக்காற்று வீச்சுகள் ஆகிய வானிலைச் சம்பவங்கள் திடீரென்று நிலை தவறிச் சில கோளாறுகட்குட்படுகின்றனவென்றும், அந்தச் சமயத்தில் வியாழன் முதலிய பெரும் கோள்கள் சூரியனை நெருங்குவதால் இப்புள்ளிகள் தோற்றுகின்றன

வென்றும் அவர் கூறுகிறார். இது ஒரு சாதாரண ஊகந்தான். இதை ஆராய்ச்சியென்னும் உரைகல்லிலிட்டு அதன் மாற்றை உணராமல் நாம் ஒப்புக்கொள்ளுவதற்கில்லை. இதை ஒரு நிமித்த நூற்கூற்றாகத்தான் கொள்ளவேண்டும்.

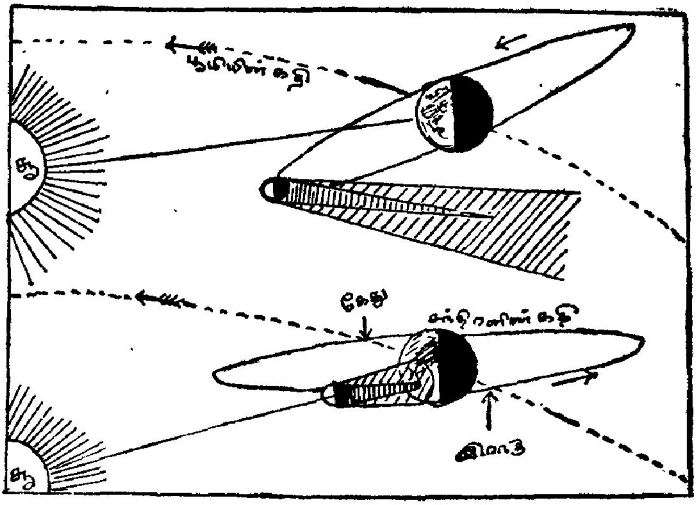
டாக்டர் ஷோடகோவிச் (Dr. W. B. Schotakowich) என்ற ருஷ்ய விஞ்ஞானியின் ஒரு கருத்து எல்லோராலும் ஒப்புக்கொள்ளப்படுகின்றது. கரும்புள்ளிகள் தோன்றும்போதுதான் பூமியின்மேல் சூரிய வெப்பம் அதிகரிக்கின்றதென்றும், அக்காரணத்தால் அதிக நீர் ஆவியாக மாறி அதிக மழை பெய்கின்றதென்றும் அவர் கூறினார்.

பேராசிரியர் சிஜேயிஸ்கி (Prof. A. L T. Chijeisky), *1917*-ல் மற்றுமொரு அபிப்பிராயத்தை வெளியிட்டார். கரும்புள்ளிகள் தோன்றும்போது, உலகில் மக்கள் குலத்துக்குப் பெருவாரியாக வெறிபிடிக்கிறதென்றும், கொலைகளும், சித்திரவதைகளும், இழிந்த கோரமான இம்சைகள் எல்லாம் நேரிடுகின்றனவென்றும், உள்ளக் கிளர்ச்சிகளும், எழுச்சிகளும், சமயாசார இயக்கங்களும் தோற்றியிருக்கின்றனவென்றும் அவர் கூறினார். பிளேக் என்னும் கொள்ளை நோய்போலப் பலநாட்டு மக்களைக் கொன்று குவித்துச் சூறையாடி வந்த ஹூணத் தலைவன் அட்டிலா என்பவனும், உலகிற் றலைசிறந்த சமயக் குரவர்களில் ஒருவரான முகம்மது நபியும், சிதைந்து மறைந்த பிரஞ்சு நாட்டுச் சுதந்தரத்தை மீண்டும் கவர்ந்து கொடுத்த ஜோன்-ஆப்-ஆர்க் என்ற இளமங்கையும், உலக முழுவதையும் ஒரு குடைக்கீழ் ஆள விரும்பிய சக்கரவர்த்தி நெப்போலியனும், பிரஞ்சு நாட்டுப் பூர்பன் பரம்பரை அரசர்களைச் சூழ்ச்சி வலைகளில் சிக்கவைத்து, அவர்களைச் சூத்திர. பொம்மைகளைப்போல் ஆட்டுவித்த மந்திரி ரிச்சிலூவும், கொடுங்கோலர் ஜார் மன்னர் வீழ்ச்சிக்கும் நவீன ருஷ்யாவின் உதயத்திற்கும் காரணபூதரான லெனினும் கரும்புள்ளிகள் அதிகமாகத் தோன்றின காலங்களிற்றான் தம் வாழ்க்கையின் இலட்சியங்களை நிறைவேற்றியுள்ளார்கள் என்று சிஜேயிஸ்கி கூறுகிறார்.

முதிர்ந்து வளர்ந்த ஒரு மரத்தின் அடிப்பாகத்தை வாளால் அறுத்தால் அதன் குறுக்குத் தோற்றத்தில் பல வட்டமான கோடுகள் காணப்படுகின்றன. அவை மையத்திலிருந்து ஒன்றன் பின்னொன்றாக அகன்றுகொண்டே போகின்றன. அந்த ஒவ்வொரு வட்டமும் அம்மரத்தின் ஒரு ஆண்டு வளர்ச்சியைக் குறிக்கிறது. ஆனால் எல்லா வட்டங்களும் ஒரேயளவு தடிப்புடையனவாக வில்லை. மழை மிகுதியாகப் பெய்த ஆண்டினில் மரம் கொழுத்து வளர்ந்திருக்கிறது. அவ்வாண்டில் இடப்பட்ட வட்டம் ஏனையவற்றைவிட அகன்றிருக்கின்றது. பதினோர் ஆண்டுகட்கு ஒருமுறை புள்ளிகள் தோன்றுகின்றன அல்லவா? அக்காலங்களில் மழை மதிகமாகப் பெய்ய, அப்போது மரமும் அதிகமாகச் செழிப்புற்று வளர்கின்றது. எனவே இச்செழிப்பைக் காட்டும் சிறிது

நடுத்த வளையங்களை எண்ணி, மரத்தின் ஆயுளைக் கூறிவிடலாம். அஃதுடன் அம்மரத்தின் ஆயுளில் எத்தனை முறை சூரியனில் புள்ளிகள் தோன்றின என்றும் கணக்கிட்டு விடலாம்.

சூரியனைப் பூமி சுற்றிவருவதும் பூமியைச் சந்திரன் சுற்றி வருவதும் இடையறாத நிகழ்ச்சிகள். ஒவ்வொரு சந்தர்ப்பங்களில் பூமிக்கும், சூரியனுக்கும் இடையில் சந்திரன் வருகிறது. அப்போது அது சூரியனை மறைத்து நிற்கின்றது. இதைத்தான் சூரிய கிரஹணம் என்கின்றோம்.

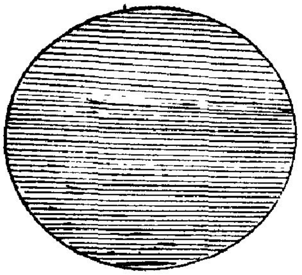



படம் 10
பூமி, சந்திரன், சூரியன் இவை மூன்றும் நேர்க்கோட்டில் வரும்போது சூரிய கிரஹணம் நிகழ்கிறது

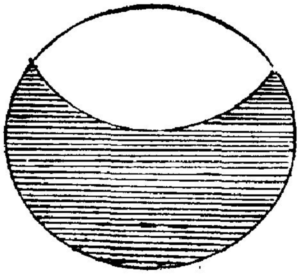
சூரிய கிரஹணம் வானத்தில் நிகழும் ஒரு அதி அற்புதக் காட்சி. அது அமாவாசையன்றுதான் ஏற்படுகின்றது. அன்றைய நாளில் சந்திரன் வானத்தில் காணப்படுவதில்லை; சூரியனுக் கண்மையில் அதன் ஜோதியில் கலந்து நிற்கின்றது. குறிப்பிட்ட விநாடியில் அதனுடைய வட்டமான வடிவம் மெல்ல மெல்லச் சூரியனுடைய பிம்பத்தை மறைக்கத் தொடங்குகின்றது. அப்போதே சூரிய ஒளியும் மங்கிக்கொண்டே வருகிறது. சில நிமிடங்கட்கெல்லாம் கிரஹண பரிமாணத்திற்குத் தக்கவாறு சூரியனில் ஒரு பகுதியோ, அன்றி முழு உருவமோ மறைந்துவிடுகிறது. சந்திரன் ஒரு நிமிஷத்துக்கு 22 மைல் வேகத்தில் பெயர்வதால் சூரியன் சிறிது நேரத்தில் கிரஹணத்தினின்றும் விடுதலை பெறுகின்றது; மெல்ல மெல்ல இழந்த உருவத்தையும், ஒளியையும் மீளவும் பெறுகின்றது.

சூரியனுடைய பிம்பத்தில் ஒரு பகுதி மட்டில் மறைபடும் போது "பார்கவ கிரஹணம்" என்று பெயர். சில சமயங்களில்

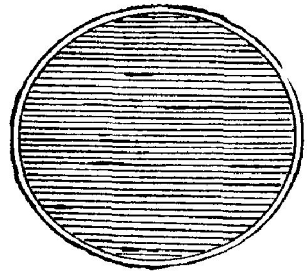
படம் 11.



சம்பூர்ண சூரிய கிரஹணம்.



பார்சுவ சூரிய கிரஹணம்.



கங்கண சூரிய கிரஹணம்.

சந்திரனுடைய உருவம் சூரிய பிம்பம் முழுவதையும் மறைக்காமல் அதனுடைய விளிம்பை விடுத்து, உட்புறத்தை மட்டிலும் மறைக்கிறது. அப்போது சூரியன் நின்ற விடத்தில்ஒரு ஜோதி வட்டம் மட்டிலும் தோன்றும். இதற்குக் "கங்கண கிரஹணம்" என்று பெயர். சூரியனுடைய பிம்பத்தின் பரப்பைவிட அப்போதுள்ள சந்திர வட்டத்தின் பரப்புச் சற்று குறைவுற்றிருப்பதாற்றான் கங்கண இரஹணம் உண்டாகிறது.

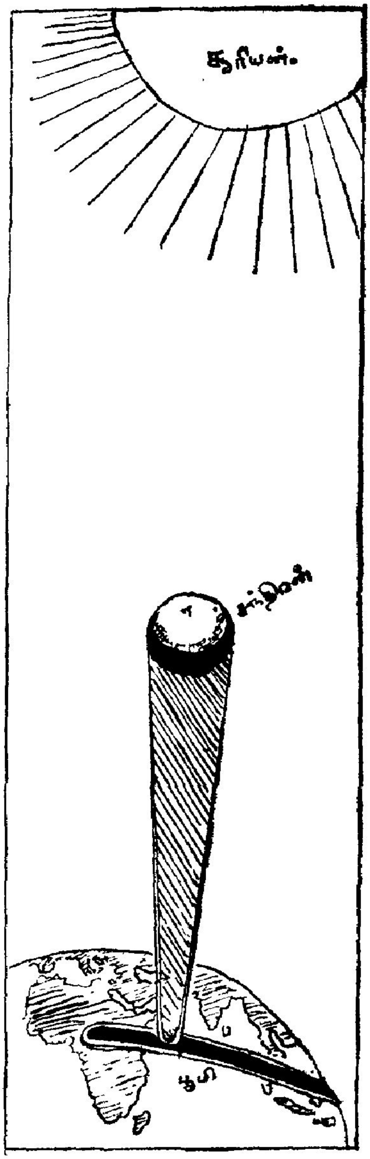
பார்சுவ இரஹணமோ, கங்கண இரஹணமோ சம்பூரண இரஹணத்தைப் போன்று முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவை அல்ல. சம்பூர்ண கிரஹணம் பல ஆண்டுகட்கொரு முறைதான் நிகழ்கின்றது. சந்திரன பூமியைவிடக் குறுக்களவிற் குறைந்ததாகையால், பூமியின்மேல் ஓரிடத்தில் முழுதும் மறைப்பட்டுக் காணும் சூரியன் வேறு இடங்களில் ஒரு பகுதியே மறைபட்டும், அல்லது ஒரு

சிறிதும் மறைபடாமலும் இருக்கும். இக்காரணத்தாற்றான் சூரிய கிரஹணம் ஓரிடத்தில் சம்பூரணமாயும், பிறிதோரிடத்தில் பார்சுவமாகவும் காட்சியளிக்கிறது. பஞ்சாங்கங்களில் ஒரு நாளில் நிகழும் சூரிய கிரஹணத்தை விவரித்து விட்டு இறுதியில் சென்னையில் "தெரியும்", "தெரியாது" என்று குறிப்பிட்டுள்ளதைக் காணலாம்.

சம்பூரண கிரஹண காலத்தில் சந்திரனுடைய நிழலானது பூமியின் மேல் நிலத்திலும், கடலிலும் விழுந்து, அவ்விரு கோளங்களின் பெயர்ச்சியின் காரணத்தால், நகர்ந்து கொண்டே போகிறது. (படம்-12 ஐப் பார்க்க). அவ்வாறு நகரும் அந்த நிழல் போகும் வழியில் அமைந்துள்ள ஊர்களில் எல்லாம் கிரஹணம் சம்பூர்ணமாகத் தோன்றும். அந்நிழலின் அகலம் 170 மைல்களுக்கு மேல் இராது. இதற்கு இருபுறங்களிலுங் 2000 மைல் தூரம் வரை பார்சுவ கிரஹணம் தோன்றும்.

சம்பூர்ண கிரஹணம் தோன்றும் போதுதான் சில வான ஆராய்ச்சிகளைச் செய்துபார்க்கத் தகுந்த சந்தர்ப்பம் வாய்க்கின்றது. சூரியனுடைய ஒளிமுடியையும், ஒளிப் பிழம்பையும், கனற் கொழுந்துகளையும் அப்போதுதான் நேரிற் காணவோ அன்றிப் புகைப்படமெடுக்கவோ முடியும். 4, 5 எண்ணுள்ள புகைப்படங்கள் ஒரு சம்பூர்ண சூரிய கிரஹணத்தின்போது எடுக்கப்பட்டவைதாம்.

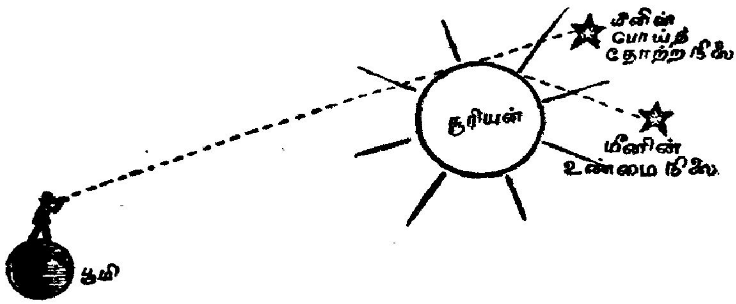
பேராசிரியர் ஐன்ஸ்டைன் அவர்களின் "தொடர்பு" (Relativity) வாதத்தைப் பற்றியச்சோதனைகளும் சம்பூர்ண கிரஹணத்தின் போதுதான் செய்துபார்க்கப்பட்டன. ஒரு விண்மீனினுடைய ஒளிக்கதிர்கள், சூரியனுக் கண்மையில் செல்லும்போது, சூரியனால் கவர்ச்சியுற்றுச் சற்று வளைந்து கொடுக்கின்றன என்று ஐன்ஸ்டைன் கூறியிருந்தார். அக்கூற்று ஒரு சம்பூர்ண கிரஹணத்தின் போது சோதிக்




படம்-12

முழு (சம்பூர்ண) சூரிய கிரஹணம் காணப்படும் இடங்கள் தடித்த கருப்புக்கோட்டினால் காட்டப்பட்டிருக்கின்றன. இக்கோட்டின் இரு புறங்களிலும் மங்கலாகக் காட்டப்பட்டிருக்கும் பாகங்களில் பார்சுவ கிரஹணம் தென்படும்.

கப்பட்டது. கிரஹணம் நிகழ்ந்து கொண்டிருக்கும்போது சூரியனுக்கண்மையிலுற்ற வான மண்டலம் புகைப் படம் பிடிக்கப்பட்டது. சற்று நேரம் பொறுத்து மற்றொரு படமும் எடுக்கப்பட்டது. முதற்படத்தில் சூரியனுக்கணிமையிலுற்ற ஒரு விண்மீன் இரண்டாம் படத்தில் தன் முன் நிலை பெயர்ந்து காணப்பட்டது. இதற்குக் காரணமென்னவெனின், அவ்விண்மீனினின்றும் புறப்பட்ட ஒளிக்கதிர்கள் சூரியனுடைய விளிம்பினருகில் வரும்போது, சூரியனால் கவரப்பட்டுத் தம் நேர்ப் போக்கினின்றும் சிறிது வளைவுற்றன. (படம்—13-ஐப் பார்க்க.)




படம் 13

சூரியனுடைய கவர்ச்சியால் ஒளிக்கதிர் வளைகிறது.

இச்சோதனையால் ஐன்ஸ்டைன் அவர்களின் அறிவின் திறத்தை உலகம் கண்டு பாராட்டிற்று.

மிகப்புராதன காலமுதலே மக்கள் கிரஹணங்களைக் கணித்து வைத்துள்ளார்கள். பல நூற்றாண்டுகட்குப் பின்னர் நிகழவிருக்கும் கிரஹணங்களையும் முன்னறிந்து மொழியக்கூடிய கணித ஆற்றல் அவர்களிடத்திலிருந்தது. சென்ற சில நூற்றாண்டுகளில் நிகழ்ந்த கிரஹணங்களை உலகத்திற் பல மொழிகளிலுள்ள இலக்கியங்கள், இதர நூல்கள் இவற்றின் வாயிலாக அறிகின்றோம்.

சூரிய கிரஹணம் ஒரு தெய்விக நிகழ்ச்சியென்று நம் நாட்டினர் கருதுகின்றனர், கிரஹணத்தின்போது நீத்தார் கடன் முதலிய சடங்குகள் ஆற்றப்படுகின்றன. பிற நாட்டார் அதை எவ்வாறு கொண்டாடுகின்றனர் என்று பார்ப்போம்.

முன்னொரு காலத்தில் ரோமாபுரியில் கிரஹணத்தை ஒரு இயற்கை நிகழ்ச்சியே என்று வெளிப்படையாகக் கூறினவர்கள் அரச தண்டனைக்குள்ளானார்கள். ஐரோப்பிய மக்கள் கிரஹணத்தின் போது கிணறு குளங்களை யெல்லாம் மூடி விட்டனர். ஒரு வித நஞ்சு வாயு தண்ணீரில் கலந்துவிடும் என்று அவர்கள் அஞ்சினர். சூரியனை விழுங்க வரும் கொடிய பைசாசங்கள் பயந்தோடு

வதற்காகப் பெருவியர்கள் தங்கள் நாய்களை அடித்து ஊளையிட வைத்தனர். ரோமர்கள் தட்டுமுட்டுச் சாமான்களை அடித்துக் கூக்குரலிட்டும், தீவர்த்திகள் கொளுத்தியும் அப்பேய்களை விரட்டினர். சூரியனை இரு கொடிய ஓநாய்கள் விழுங்க வருவதாக நினைத்து வட ஐரோப்பிய நாட்டினர் பேரிரைச்சலிட்டு அவ்விலங்குகளை விரட்டினர். சில காடு வாழ் மக்கள் ஒரு சூனியக்காரனுடைய மந்திர சேஷ்டையினால் சூரியன் தேய்ந்து போகிறான் என்று நினைத்துப் பேரிகை கொட்டியும், 'ஓ' வென்று கூக்குரலிட்டும், வெறியாட்டங்களாடியும் சூரியனைக் காப்பாற்ற முயன்றனர்.

இந்தியர்கள் கேது என்ற ஒரு பாம்பு சூரியனை விழுங்குவதாக நினைக்கின்றனர். சீனாவிலும் இத்தகைய நம்பிக்கை பல்லாயிரம் ஆண்டுகளாக இருந்து வந்திருக்கின்றது. ஒரு பெருங்கரிய அரக்கன் கதிரவனை விழுங்க வருவதாக நினைத்து அவர்கள் தப்பட்டை முழக்கி, அவனை விரட்டி ஓட்டினர். இப்பணியில் மக்களும் அரசாங்க ஊழியர்களும் கலந்து கொள்ளுமாறு அரசாங்கக் கட்டளைகள் பிறப்பிக்கப்பட்டன. அந்நாட்டில் ஒரு சமயம் ஒரு சூரிய கிரஹணத்தைத் தகுந்த காலத்தில் முன்னெச்சரிக்க தவறியதற்காக ஹோ, ஹி என்ற இரு வானசாஸ்திரிகள் தம் தலைகளையிழந்தனர். ஜூபிடர் என்ற கடவுள் உலகின்மேல் தான் புரியுஞ் செயல்களைப் பிறதேவர்கள் காணா வண்ணம் சூரியனை ஒரு திரையினால் மறைத்து உலகை இருட்டிவிட்டனர் என்று கிரேக்கர்கள் நம்பினர்.

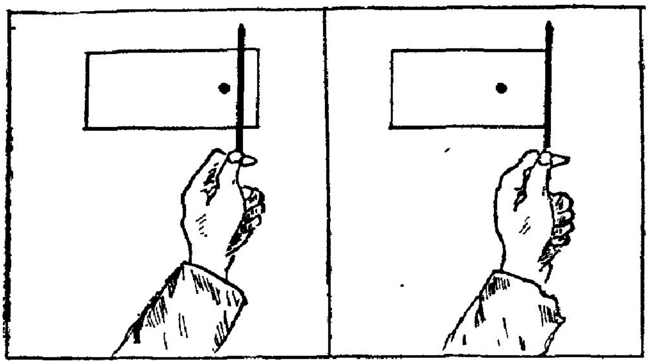
## புடைபெயர்ச்சி (Parallax)

சூரியன் பூமியினின்றும் 9,30,00,000 மைல் தொலைவிலுள்ளது என்று முன்பு அறிந்தோம். இத்தூரத்தைக் கணக்கிட்டறிந்த பின்புதான் சூரியனைச் சுற்றி வரும் கோள்களின் சேய்மையைப் பிழையின்றிக் கணக்கிட முடிந்தது.

சூரியனுடைய தூரத்தைக் குற்றமின்றிக் கண்டறிய புராதனக் காலந்தொட்டுப் பல முயற்சிகள் செய்யப்பட்டு வந்துள்ளன. கி. மு. மூன்றாம் நூற்றாண்டில் சேமாஸ் நகரத்து அரிஸ்டார்க்கஸ் என்ற ஒரு கிரேக்க அறிஞர் பூமிக்கும் சந்திரனுக்குமுள்ள தூரத்தைவிட, சூரியனுக்கும் பூமிக்குமிடையிலுள்ள தூரம் எவ்வளவு என்று கணக்கிட்டிருக்கிறார். சூரியனுடைய சேய்மையை அளக்க முதன் முதல் சீரிய முயற்சி எடுத்துக் கொண்டவர் ஜி. டி. கேசினி (G. D. Cassini) என்ற இத்தாலிய நாட்டு விஞ்ஞானி.

கேசினி ஒரு பிரத்தியேகமான முறையைக் கையாண்டார். இவர் முதன் முதல் செவ்வாயின் தூரத்தைக் கணக்கிட்டுத் தன் ஆராய்ச்சியைத் தொடங்கினார். அவருடைய முறைக்குப் "புடைபெயர்ச்சி" (Parallax) அறியும் முறை என்று பெயர்.

புடைபெயர்ச்சி என்றால் என்ன? ஒரு சுவரின்மேல் ஒரு புள்ளியை அடையாளமாகக் குறித்துக் கொள்ளுங்கள். உங்கள் முகத்துக்கெதிரில் ஒரு எழுது கோலை எடுத்துக் கையளவு நீட்டிப் பிடியுங்கள். (படம் 14 ஐப் பார்க்க). முதலில் ஒரு கண்ணை மூடிக்கொண்டு, மற்றொரு கண்ணினால்

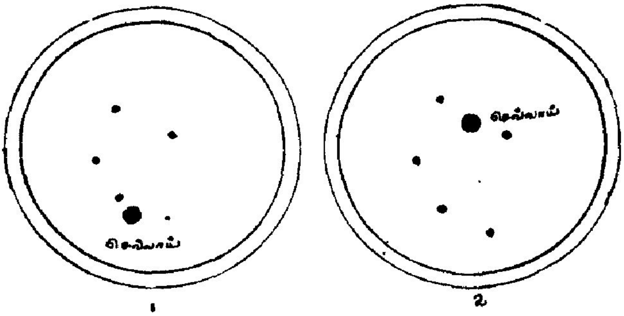


படம் 14 (புடை பெயர்ச்சி)
இடது படம்—இடக்கண்ணை மூடி வலது கண்ணால் காணும் போது.
வலது படம்—வலக் கண்ணை மூடி இடது கண்ணால் காணும் போது.

நோக்கி, அவ்வெழுதுகோலைப் புள்ளிக்கு நேராக நிறுத்துங்கள். இப்போது மூடின கண்ணைத் திறந்து மற்றதை மூடி, எழுதுகோலை நோக்குங்கள். என்ன காண்கின்றீர்கள்? எழுதுகோல் புள்ளியைவிட்டுப் பெயர்ந்து விலகி நிற்பதாகத் தோற்றுகிறதல்லவா? இப் பெயர்ச்சியின் அளவும் இரு கண்களினிடையிலுள்ள அளவும் சமமாக இருக்கின்றன. கண்ணிணைகளின் இடையிட்டத் தூரம் சுமார் 3 அங்குலம். எனவே ஒரே எழுதுகோல் முதல் கண்ணினால் ஒரு இடத்திலிருந்தும் மற்றொரு கண்ணினால் மற்றொரு இடத்திலிருந்தும் நோக்கப்படுகின்றது. அப்போது அவ்வெழுதுகோலுக்கு நிலைபேதம் உண்டாகிறது. இந்நிலை பெயர்ச்சிக்குத்தான் புடைபெயர்ச்சி என்று பெயர். வானத்தில் ஒரு கோளத்தின் புடைபெயர்ச்சியைக் கண்டுகொண்டோமாயின் அதன் தூரத்தை அளந்து கூறிவிடலாம். நோக்கப்படும் பொருள் அண்மையிலுற்றால் அதற்குப் புடைபெயர்ச்சி அதிகம். அப்பொருள் சேய்மையில் செல்லச் செல்ல அதனுடைய புடைபெயர்ச்சி குறைந்துகொண்டே போகின்றது. அருகிலுள்ள பொருள்களின் புடைபெயர்ச்சியை யறிய நம் இரு கண்களின் இடையிட்ட மூன்றங்குல தூரமே போதும். ஆனால் கட்புலனுக் கெட்டாத வெகு தொலைவிலுள்ள ஒரு விண்மீனின் புடைபெயர்ச்சியை யறிய மிக விரிவான தூரம் வேண்டும். அதாவது 3 அங்குல தூரத்திலுள்ள இரு கண்களுக்குப் பதில் பல்லாயிரம் மைல் இடையிட்டுள்ள இரண்டு இடங்களைக் குறிப்பிட்டுக் கொள்ளவேண்டும். அண்மையிலுள்ள பொருள்களின் புடை

பெயர்ச்சியை இரு கண்களே கண்டுபிடித்து விடுகின்றன. இக் காரணத்தால் ஒற்றைக்கண் பார்வையுடையவர்கள் ஒரு பொருளின் தூரத்தை எளிதில் அறிய முடிவதில்லை.

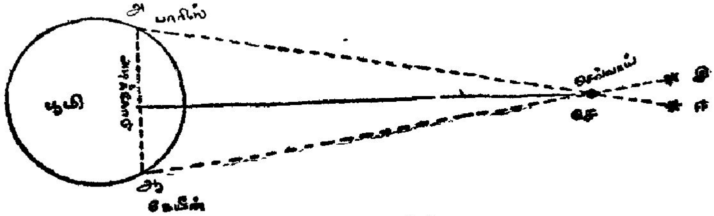
கேசினியும் செவ்வாயின் புடைபெயர்ச்சியை யறிந்துகொண்டு தான் பிறகு அதன் தூரத்தைக் கணக்கிட்டார். அவர் பாரிஸ் நகரத்திலிருந்துகொண்டு, சில குறிப்பிட்ட விண்மீன்கள் பின்னணியாக நிற்க, செவ்வாய் பூமிக்குமேலே எந்த கோணத்தில் தோற்றுகிறது என்று குறித்துக்கொண்டார். அவருடைய துணைவர் ரிச்சர் என்பார், முன்னேற்பாட்டின்படி, 4,500 மைல்களுக்கப்பால், தென் அமெரிக்காவில் உள்ள கேயீன் என்ற நகரத்துக்குச் சென்று, கேசினி அளவு எடுத்த அதே நாளில் தானும் செவ்வாயை நோக்கினார். கேசினி குறிப்பிட்ட அதே மீன்களைப் பின்னணியாகக் கொண்டு அக்கோள் நின்ற நிலையைக் குறித்துக் கொண்டார். (படம் 15-ஐப் பார்க்க) இடதுபுறம்




1. சில மீன்களைப் பின்னிட்டுச் செவ்வாய் பாரிஸ் நகரில் தோன்றிய நிலை
2. அதே சமயத்தில் செவ்வாய் கேயீன் நகரில் தோன்றிய நிலை

படம் 15
செவ்வாயின் புடைபெயர்ச்சி

உள்ளது பாரிஸ் நகரத்திலும், வலதுபுறம் உள்ளது கேயீன் நகரத்திலும் காணப்பட்டச் செவ்வாயின் தோற்றங்கள். கேசினியின் கண்களுக்கு ஓரிடத்திலும், ரிச்சர் கண்களுக்கு மற்றோரிடத்திலும் செவ்வாயின் நிலை மாறுபட்டுக் காண்பதை அப்படங்கள் விளக்குகின்றன. இவ்விரு நண்பர்களின் குறிப்புக்களைக்கொண்டு ஒரு க்ஷேத்திரப்படம் வரையப்பட்டது. (படம் 15(a)-ஐப் பார்க்க)




படம் 15(a)
செவ்வாயின் புடைபெயர்ச்சி (க்ஷேத்திரப்படம்)

அ-ஆ முறையே பாரிஸ், கேயின் ஆகிய நகரங்கள். இ. கேயினி லிருந்து நோக்கப்படும் போது செவ்வாய் இருந்த நிலை. ஈ. பாரி ஸிலிருந்து நோக்கப்படும்போது செவ்வாய் நின்ற நிலை. அ- ஈயு டனும், ஆ- இ- யுடனும் இணைக்கப்படுகின்றது. செ. செவ்வா யின் உண்மை நிலை. அ.-ஆ. கோட்டிலிருந்து செ, என்ற இடம் ஒரு செங்குத்தான கோட்டினால் இணைக்கப்படுகின்றது. இக் கோட்டின் அளவுதான் செவ்வாயின் தூரம். இவ்வாறு பெறப் பட்டச் செவ்வாயின் தூரத்தைக் கொண்டும், கெப்ளர் என்ற வான சாஸ்திரியின் இயக்க விதிகளில் ஒன்றைக் கையாண்டும் சூரியனுடைய தூரத்தைக் கேசினி கணித்தார்.

1898-ஆம் ஆண்டு பெர்லின் நகரத்து விட் (Witt of Berlin) என்பவரால் செவ்வாய்க்கும் வியாழனுக்கும் இடையில் 'ஈராஸ்' என்ற சிறு கோள் ஒன்று கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. அதனுடைய குறுக்களவு 20 மைல்தான். சந்திரனைத் தவிர்த்துப் பூமிக்கு மிக அண்மையில் நெருங்கும் கோளம் இது ஒன்றுதான். எச்சம யத்திலும் செவ்வாய் மூன்றரை கோடி மைல்களுக்குள் பூமியை அணுகினதில்லை. ஆனால் ஈராஸ் ஒரு சமயத்தில் 1,40,00,000 மைல் தொலைவில் வருகின்றது. எனவே செவ்வாயின் தூரத்தைவிட இதனுடைய தூரம் எளிதில் அறியக்கூடும்.

1900-ஆம் ஆண்டில் உலகத்தின் பல பாகங்களில் குறிப் பிட்ட நேரத்தில் ஈராஸின் நிலை குறித்துக் கொள்ளப்பட்டது. இப்பணி தொடர்ந்து 10 ஆண்டுகள் வரையில் நடைபெற்றது. இதன் பயனும்ப் பூமிக்கும் சூரியனுக்குமுள்ள தூரம் 9,29,00,000 மைல் என்று முடிவு செய்யப்பட்டது.

சூரிய ஒளியினால் நாம் எய்தும் நன்மைகள் எண்ணிறந்தன. இதிலுள்ள வெப்பத்தைக் கொண்டு தண்ணீரைக் காய்ச்சி நீராவி யாக மாற்றி இயந்திரங்கள் ஓட்டப்படுகின்றன. சூரிய ஒளியைக் கொண்டு போட்டோ படங்கள் எடுக்கப்படுகின்றன. உணவுப் பண்டங்கள் விளைவதற்கும் அதுதான் மூல காரணம். 11 டன் கரியமில வாயு சூரிய ஒளியின் உதவியால் 7 டன் கோதுமையாக மாறுகின்றது. டாக்டர் செஸ்னே (Dr. Chesney) என்ற விஞ் ஞானி இதனின்றும் ரப்பரையும் குளோரோபாரம் என்ற மயக்க தையும் உற்பத்திச் செய்திருக்கின்றார். சர்க்கரையும் இதைக் கொண்டு செய்யக்கூடும் என்று கூறப்படுகின்றது. சூரிய ஒளி நம் உடம்பின் மேல் தாக்கும்போது, அதனின்றும் D- வைடமின் என்ற உணவுச் சத்தைப் பிரித்து, நம்மேல்தோலானது நம் உடல் வளர்ச்சிக் குதவுகிறது. மனிதரின் தோல் இத்தொழிலை எவ்வாறு செய்கிறது என்பது மனிதன் இன்றுவரையிற் கண்டறியாத ஒரு மறை பொருளாகவே இருந்து வருகின்றது, இதைமட்டிலும் கண்டு பிடித்துவிட்டோமாயின், D- வைடமினைப் பெருவாரியாகச் செய்து மக்களுக்கு உதவக்கூடும்! மரஞ் செடி கொடிகளின் இலை களில் "குளோரோபில்" (Chlorophyll) என்ற ஒரு பசுமையான

இரசாயனப் பொருள் உள்ளது. சூரிய ஒளியைக் கவர்ந்து செடி கொடிகட்கு ஊட்டத்தைக் கொடுப்பது இதன் தொழில். இதன் இயல்புகள் எத்தகையன என்பதை விஞ்ஞானிகள் ஆராய்ந்து வருகின்றனர்.

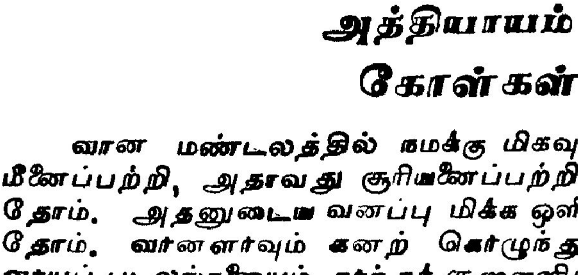
---

# அத்தியாயம் 9

## கோள்கள்

வான மண்டலத்தில் நமக்கு மிகவும் அணித்தாயுள்ள ஒரு மீனைப்பற்றி, அதாவது சூரியனைப்பற்றிச் சற்று விரிவாக அறிந்தோம். அதனுடைய வனப்பு மிக்க ஒளி முடியைக் கண்டு வியந்தோம். வானளாவும் கனற் கொழுந்துகளையும், கொந்தளிக்கும் வாயுப் படலங்களையும், காந்தச் சூறாவளிகளையும், பிரம்மாண்டமான கரும் புள்ளிகளையும் கண்டு களித்தோம். சூரியனைச்சுற்றியோடி, அவனுடைய ஒளி யென்னும் அருள் வெள்ளத்தில் திளைத்து விளையாடும் கோள்களை இப்போது நோக்குவோம்.

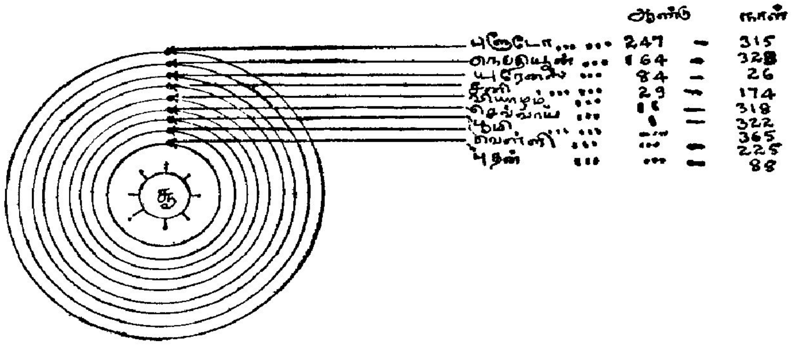
16-ஆம் படத்தைப்பாருங்கள். இதில் சூரியனின் உருவமும், கோள்களின் உருவங்களும் குறுக்களவில் ஒப்பிடப்பட்டிருக்கின்றன. இப்படத்தால் சூரியனுடைய பரிமாணம் எவ்வளவு பெரியது என்று விளங்குகின்றது. பூமி, செவ்வாய், புதன், இக்கோள்கள் யாவற்றையும் சூரியனில் உள்ள ஒரு கரும் புள்ளி ஒருங்கே விழுங்கி விடும்! 1000 வியாழன்களையும் சூரியனில் அடுக்கி வைக்கலாம். கோள்களை எல்லாம் ஒன்று கூட்டி பெறப்படும் பரிமாணத்தைவிட 744 மடங்கு பெரியது சூரியன்.




படம் 16
சூரியன், ஏனையகோள்கள் இவற்றின் ஒப்பளவுகள்

சூரியன் ஒரு பெருங் குடும்பத்திற்குத் தலைவன். கோள்களும், சிறு கோள்களும், வால்மீன்களும் அவன் பெற்றக் குழந்தைகள். நம் பூமியையும், செவ்வாய், வியாழன், சனி, யுரேனஸ், நெப்டியூன், இவற்றையும் சுற்றிச்சுற்றி வந்துகொண்டுள்ள சந்திரர்கள் இவனுடைய பேரப்பிள்ளைகள். இச்சூரிய குடும்பம் அமைந்துள்ள வான இடத்திற்குச் சூரிய மண்டலம் என்று பெயர். கோள்கள் எவ்வாறு தோற்றின என்பதைப் பற்றி அடுத்த அத்தியாயத்தில் விரிவாகத் தெரிந்து கொள்ளுவோம்.

வெற்றுக் கண்களுக்குக் கோள்களும் விண் மீன்களைப் போலவே காணப்படுகின்றன. எனினும் தூர தரிசினியில் மீன்கள் கூரிய புள்ளிகளைப் போலவும், கோள்கள் தட்டுகளைப் போலவும் தெரிகின்றன. விண்மீன்கள் அத்தனையும் தனித்தனி சூரியர்கள். அவற்றிற்குச் சுய ஒளியும் பிரம்மாண்டமான உருவமும் உண்டு. ஆனால் கோள்களுக்குச் சுயவொளி இல்லை. சூரியனிடமிருந்து தான் அவை ஒளியைப் பெறுகின்றன. திடுமென சூரியன் இருண்டு விட்டால், கோள்களும் இருண்டுவிடும். அவையாவும் குறிப்பிட்ட கால அளவில் நொடிப் போதும் தவறாமல் சூரியனைச் சுற்றி வந்துகொண்டிருக்கின்றன. அவற்றினது அமைப்பின் வரிசைக் கிரமம் பின்வருமாறு: புதன், வெள்ளி, பூமி, செவ்வாய், சிறுகோள்கள், வியாழன், சனி, யுரேனஸ், நெப்தியூன், புளூடோ.




படம் 17

சூரியனும் கோள்களும்.

சூரியமண்டலம் எவ்வளவு பெரியது என்பதை ஒரு சிறு உதாரணத்தால் அறிந்து கொள்ளலாகும். சூரியனை 9 அடி குறுக்களவுள்ள ஒரு கோளமாகக் கொள்ளுவோமாயின்,

பூமியின் குறுக்களவு 1 அங்குலம் இருக்கும். இது சூரியனின்றும் 1000 அடி தூரத்திலிருக்கும்;

புதன் 380 அடி தூரத்திலமைந்துள்ள ஒரு குன்றிமணியளவிருக்கும் ;

வெள்ளியின் குறுக்களவு 1 அங்குலம் ; தூரம் 700 அடி ;
செவ்வாயின் குறுக்களவு ½ அங்குலம் ; தூரம்1,485 அடி ;
வியாழனின் குறுக்களவு 11 அங்குலம் ; தூரம் 1 மைல் ;
சனியினது குறுக்களவு 9 அங்குலம் ; தூரம் 1¾ மைல் ;
யுரேனஸின் குறுக்களவு 4 அங்குலம் ; தூரம் 3½ மைல் ;
நெப்தியூனின் குறுக்களவு 5 அங்குலம் ; தூரம் 5½ மைல் ;

இது வரையில் புதன் முதல் புளூடோ ஈறாக உள்ள ஒன்பது கிரஹங்கள் கண்டு பிடிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. அவையன்றிச் செவ்வாய்க்கும் வியாழனுக்கும் இடையில் சிறு கோள்கள் சுமார்

நாற்பதாயிரத்துக்கு மேல் உள்ளன. இவற்றில் சிறப்புடையது ஈராஸ் என்பதுதான். அதனுடைய குறுக்களவு 20 மைல். சூரியனுடைய தூரத்தை யளந்தறிய இது எவ்வாறு துணை புரிந்தது என்பதை ஏற்கெனவே அறிந்திருக்கின்றோம். இச்சிறு கோள்கள் யாவும் கோள்களைப் போலவே தத்தம் பாதையில் சூரியனைச் சுற்றி வந்துகொண்டிருக்கின்றன.

சூரிய மண்டலத்தில் புளூட்டோவுக்கு அப்பாலும் ஏதேனும் கோள்கள் உள்ளனவோ என்பது பலருடைய ஐயம். அப்படியிருப்பினும் அவை பல கோடி மைல்களுக்கப்பால் இருக்கவேண்டுமாகையால், அவற்றை எவ்வளவு பெரிய தூரதரிசினியாலுங் கூட காண்பதரிது.

கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளப் பட்டியலில் கோள்களைப் பற்றிய சில தகவல்களையறியலாம்.

| கோளின் பெயர். | சூரியனுக்கும் கோளுக்கும் இடையிலுள்ள தூரம்: மைல் கோடிக்கணக்கில் | சூரியனைச் சுற்றும் கால அளவு ஆண்டு - நாள் | சுற்றோட்டத்தின் வேகம், செகண்டுக்கு இத்தனை மைல் | பரிமாணம்: பூமி=1 | திண்மை: தண்ணீர்=1 | குறுக்களவு மைல்கள் | ஒரு சுற்றுச் சுற்றும் கால அளவு. மணிக்கணக்கில் பூமியின் சுற்று 1=1 நாள் |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| புதன் | 3·6 | — 88 | 30 | 0·04 | 3·8 | 3,080 | 88 நாள் |
| வெள்ளி | 3·7 | —225 | 22 | 0·081 | 4·9 | 7,700 | 30 நாள் |
| பூமி | ·3 | —365 | 19 | 1·00 | 5·5 | 7,910 | 1 நாள் |
| செவ்வாய் | 14·2 | —687 | 15 | 0·11 | 4·0 | 4,200 | 24 ம. 27நி. |
| வியாழன் | 48·3 | 12 — | 8 | 317·00 | 1·3 | 86,630 | 9 ம. 50நி. |
| சனி | 88·6 | 29 — | 6 | 95·00 | 0 7 | 71,350 | 10 ம. 15நி. |
| யுரேனஸ் | 178·2 | 84 — | 4 | 15·00 | 1·3 | 31,600 | 10 ம. 40நி. |
| நெப்டியூன் | 279 2 | 165 — | 3 | 17·00 | 1·6 | 31,000 | 15 ம. ? |
| புளூட்டோ | 367·0 | 248 — | 2 | 0·20 | ? | ? | ? |

இப்பட்டியின் இரண்டாம் பத்தியில் சூரியனுக்கும், கோளுக்கும் இடையில் உள்ள தூரத்தையும், மூன்றும் பத்தியில் கோள்

கள் சூரியனை ஒருமுறை சுற்றிவர நம் நாட் கணக்கில் எத்தனை நாட்கள் செல்லுகின்றனவென்றும், நான்காம் பத்தியில் அவை சூரியனை விநாடிக்கு எத்தனை மைல் வேகத்தில் சுற்றுகின்றன வென்றும், ஐந்தாம் பத்தியில் ஒவ்வொரு கோளும் பூமியைப் போல எத்தனை மடங்கு பெரியதென்றும், ஆறும் பத்தியில் தண்ணீரைவிட அவை எவ்வளவு திண்மையுடையதென்றும், ஏழாம் பத்தியில் கோள்களின் குறுக்களவும், எட்டாம் பத்தியில் அவை தம்மைத் தாம் சுற்றிக்கொள்ள நம்முடைய மணிக் கணக்கில் எவ்வளவு காலம் ஆகும் என்றும் குறிக்கப்பட்டுள்ளது.

இப்பட்டியலைக் கூர்ந்து நோக்குவோமாயின் சில உண்மைகள் தெளிவாகும். ஒரு கோள் சூரியனுக்கு எவ்வளவுக்கெவ்வளவு அண்மையிலுள்ளதோ அவ்வளவுக்கவ்வளவு அதன் சுற்றோட்டத்தின் வேகமும் அதிகமாக இருக்கிறது. மிக அருகிலுள்ள புதன் விநாடிக்கு 30 மைல் வேகத்தில் ஓடுகிறது. ஆனால் சூரிய மண்டலத்தின் இறுதியிலுள்ள புளூட்டோ விநாடிக்கு 2 மைல் வேகத்திற்றான் ஓடுகிறது.

பெரிய நகரங்களில் உள்ள முக்கியமான பாட்டைகள், வண்டிகள் போக்குவரத்துக்காகப், பல பத்திகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. மத்தியிலுள்ள பத்திகளில் வெகு வேகமாக ஓடும் மோட்டார் வண்டிகள் தாம் செல்லலாம். பாட்டை ஓரங்களில மாட்டு வண்டிகள் போன்ற மெதுவாகச் செல்லும் வண்டிகள் அனுமதிக்கப்படுகின்றன. நகரங்களின் பாட்டைகளில் இத்தகைய ஒழுங்கு விதிகள் போலீஸாரால் அனுசரிக்கப்படுகின்றன. இதைப் போலவே சூரிய மண்டலத்தின் மத்தியில் உள்ள கோள்கள் வேகமாகவும், விளிம்பில் உள்ளவை மெதுவாகவும் ஓடுகின்றன.

புதன், வெள்ளி, பூமி, செவ்வாய், ஆகிய நான்கு கோள்களையும் ஒரு பகுதியாகவும், அவற்றைவிடப் பெரிய உருவங்களைக் கொண்ட வியாழன், சனி, யுரேனஸ், நெப்தியூன் இவற்றை மற்றொரு பகுதியாகவும் ஆக இரு பகுதிகளாகப் பிரிக்கலாம். முதற் பகுதி கோள்கள் திண்மை மிகுந்துள்ளன; இரண்டாம் பகுதியில் உள்ளவை திண்மையிற் குறைவுற்றிருக்கின்றன.

சூரியனுக்கும் நமக்கும் இடையிலுள்ள புதனையும், வெள்ளியையும் அகக் கோள்களென்றும், செவ்வாய் முதல் புளூட்டோ ஈறாக உள்ள கோள்கள் நமக்கப்பால் அமைந்திருப்பதால் அவற்றைப் புறக்கோள்கள் என்றும் அழைப்பதுண்டு.

சூரியனுக்கும் கோள்கட்கும் இடையிலுற்ற தூரங்கட்கும் சில எண்கட்கும் ஏதோ ஒரு விசித்திரமான தொடர்பு இருப்பதாக விட்டென்பர்கில் இருந்த டிடியஸ் என்பவர் கண்டார். ஜே. இ. போட் (J. E Bode) என்ற ஜெர்மன் வான சாஸ்திரி அத்தொடர்பைத் திர ஆராய்ந்து ஒரு விதியை கூறுவினர். இவ்விதி "போடின் விதி" (Bode's law) என்று அவருடைய பெயராலேயே வழங்கி வருகின்றது. அவர் 1747 முதல் 1826 வரை உயிர் வாழ்ந்திருந்தார்.

போடின் விதி (Bode's law) பின் வருமாறு:—சில எண்களைக் கீழ்க்கண்டவாறு எழுதிக் கொள்ளுங்கள். ஒரு எண்ணை விட அதற்கடுத்த எண் இரட்டிப்பாக இருத்தல் வேண்டும். முதல் இரண்டு எண்களும் இரட்டிக்காமல் விலக்கப்பட வேண்டும். குறித்துக் கொண்ட எண்கள் இவைதாம்: 0, 3, 6, 12, 24, 48, 96, 192, 384. இந்த எண்கள் ஒவ்வொன்றுடனும் 4-ஐக் கூட்டுங்கள். பிறகு பெறப்படும் எண்களாவன:—4, 7, 10, 16, 28, 52, 100, 196, 388. இவை ஒவ்வொன்றையும் பத்தால் வகுத்து விடுங்கள். இறுதியாக வந்த எண்கள்; 0·4, 0·7, 1 0, 1·6, 2·8, 5·2, 10·0, 19·6, 38 8.

ஒரு "வான அளவு யூனிட்டு" என்றால் என்ன என்பதை 5-ஆம் அத்தியாயத்தில் அறிந்தோம். ஒரு வான அளவு யூனிட்டின் அளவு 9 3 கோடி மைல். போட் விதியில் இறுதியாகப் பெறப்பட்ட எண்கள் கோள்களுக்கும் சூரியனுக்கும் இடையிட்டுள்ளத் தூரங்களை வான அளவு யூனிட்டுகளில் குறிக்கின்றன. இதை விளக்கமாகக் கீழ்க் கொடுக்கப் பட்டுள்ளப் பட்டியலில் அறிந்துகொள்ளலாம்.

| கோளின் பெயர் | | தூரம் : வான அளவு யூனிட்டில் | தூரம் ; போடின் விதிப்படி |
|---|---|---|---|
| புதன் | ... | 0·39 | 0·4 |
| வெள்ளி | ... | 0.72 | 0·7 |
| பூமி | ... | 1·00 | 1·0 |
| செவ்வாய் | ... | 1·52 | 1·6 |
| வியாழன் | ... | 5·20 | 5·2 |
| சனி | ... | 9 54 | 10·0 |
| யுரேனஸ் | ... | 19·19 | 19·6 |
| நெப்டியூன் | ... | 30·07 | 38·8* |
| புளுட்டோ | ... | 39·52† | 77·2* |

குறிப்பு ; † இவ்வெண்ணிக்கைச் சுமாரானதுதான். இன்னும் ஆராய்ச்சியில் உறுதிசெய்யப்படவில்லை.

* இக்கோள்கள் போடின்விதி முதன்முதல் வெளியானபோது கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை.

போடின் விதி முதன்முதல் வெளியிடப்பட்டபோது ஆறு கோள்களே கண்டு பிடிக்கப்பட்டிருந்தன. யுரேனஸின் தூரத்தைக் காட்டும் 19·19 என்ற எண் போட்விதியின் 19·6 என்ற எண்ணுடன் பொருந்துகின்றது. நெப்டியூன் புளூட்டோ ஆகிய கோள்கட்கு இவ்விதி பொருந்தவில்லை. எனினும், எதிர்கால ஆராய்ச்சியில் என்ன புதுபுது உண்மைகள் வெளியாமோ யார் அறிவர் ?

செவ்வாய்க்கும் வியாழனுக்கும் இடையிலுள்ள சிறுகோள்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டபோதுதான் போட் விதியின் சிறப்பைக் கண்டு உலகம் வியந்தது. போட் உயிர்வாழ்ந்த காலத்தில் 2·8 என்ற போட்விதி எண்ணுடன் பொருந்துகின்ற கோள் கண்டு பிடிக்கப்படவில்லை. இந்த எண் செவ்வாய், வியாழன் ஆகிய இரு கோள்களுக்கும் உரித்தான எண்களின் மத்தியில் அமைந்துள்ளது. ஆனால் அக்கோள்களுக்கு மத்தியில் வேறு கோள் இடையாது என்றும், வெறும் வெளிதான் இருக்கிறதென்றும் அக்கால வான சாஸ்திரிகள் கருதினர். ஆனால் கெப்ளர் என்பார் இந்த இடைவெளியில் மிகச்சிறிய கோள்கள் காணப்படலாமென்று ஊகித்தார். 1800-ஆம் ஆண்டில் பேரன் வாக்ஜாக் என்பவரும், மற்றும் சில வானசாஸ்திரிகளும் லிலியன்தால் (Lilienthal) என்ற ஊரில் கூடி ஒரு திட்டம் வனைந்தனர். அதன்படி வானமண்டலத்தை இருபத்திநான்கு பகுதிகளாகப் பிரித்து, ஒவ்வொரு பகுதியையும் ஒவ்வொருவர் ஆராயவேண்டுமென்றும், அதுவரை கண்டிராத யாதேனும் ஒரு கோளம் புதிதாகத் தோன்றுகிறதாவென்று கவனிக்கவேண்டுமென்றும் அவர்கள் ஒப்பந்தம் செய்துகொண்டனர்.

இத்தொண்டை அவர்கள் தொடங்குவதற்கு முன்னர் சிஸிலித்தீவில் பாலர்மோ ஆராய்ச்சிக்கூடத் தலைவர் பையாஜி (Piazzi) என்பார் வானத்தில் காணப்படும் விண்மீன்களைக் கணக்கெடுத்துக்கொண்டிருந்தபோது செவ்வாய்க்கும் வியாழனுக்கு மிடையில் மிகவும் சிறிய ஒரு புது மீனைக் கண்டார். பல்வேறு இரவுகளில் அவர் அதைக் கூர்ந்து நோக்கினபோது அதனிடத்தில் ஒரு சலனம் தோற்றியது. யுரேனஸைப்பற்றி முதன் முதல் ஹெர்ஷல் நினைத்ததுபோலவே பையாஜியும் தான் கண்டது ஒரு விண்மீனல்லவென்றும், ஒரு வால்மீனாக இருக்கலாமென்றும் கருதினார்.

பையாஜி ஆராய்ச்சியில் தளரவில்லை. மேன்மேலும் தான் கண்ட காட்சியைப்பற்றிச் சிந்தித்தார். புதிதாகக் காணப்பட்டது ஒரு சிறிய கோள்தானென்றும், அஃதும் சூரியனைத்தான் சுற்றி வருகிறதென்றும் அவர் இறுதியில் தெளிவுற்றார். சிஸிலித்தீவின் காவற்கடவுளின் ஞாபகார்த்தமாக அதனுடைய "சீரீஸ்" (Ceres) என்ற பெயரையே இக்கோளுக்களித்தார்.

அதுவரை போட்விதியின் பட்டியலில் காலியாக இருந்த 2·8 என்ற எண்ணுள்ள இடம் இக்கோளினால் அடைபட்டுவிட்டது.

பின்னர், ஒவ்வொன்றாக சிரிஸைச்சுற்றிப் பல்லாயிரக்கணக்கில் சிறுசிறுகோளங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. இவற்றிற்குக் "கோள்கள்" என்ற பெயர் பொருந்தாது. பெரிய கற்பாறை உருண்டைகள் என்றுதான் இவற்றைக் கூறவேண்டும். இவை யாவும் புகைப்படங்களின் மூலமாகத்தான் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. இவற்றுள் மிகமுக்கியமானது ஈராஸ் என்ற சிறுகோள். சூரியனுடைய தொலைவை அறிந்துகொள்ள இது எவ்வாறு பயன் படுத்திக்கொள்ளப்பட்டது என்பதை ஏற்கெனவே அறிந்துள்ளோம்.

சிறு கோள்கள் எவ்வாறு பிறந்தன என்பதற்குப் பல காரணங்கள் காட்டப்பட்டிருக்கின்றன. முன்னொரு காலத்தில் செவ்வாய்க்கும் வியாழனுக்கும் இடையில் ஒரு பெரும் கோள் இருந்திருக்கலாம் என்றும், ஏதோ ஒரு காரணத்தால் அது வெடித்துப் பல்லாயிரத் துண்டுகளாகச் சிதறுண்டு போயிருக்கலாம் என்றும் ஒரு சாரார் கருதுகிறார்கள். வேறுசிலர் கோள்கள் பிறப்பதற்கு முன்பு ஒரு வாயுப்படலம் சூரியனின்றும் அருகிற்சென்ற மற்றொருமீனினால் நீளமாக இழுக்கப்பட்டதென்றும், அதுதான் கோள்கள் பிறப்புக்கு வேண்டிய சத்துப்பொருளை அளித்த தென்றும், செவ்வாயும், வியாழனும் உருவான பிறகு அவற்றின் மத்தியில் மிகுந்திருந்த வாயுப்படலம் வியாழனுடைய மகத்தான கவர்ச்சியால் பாதிக்கப்பட்டுப் பெரும் கோளமாகத் திரள வியலாமல் துண்டுதுண்டான கற்பாறைகளாக இறுகிவிட்டது என்றும் கருதுகின்றனர். இக்கருத்துத்தான் பொருத்தமுடையதாகக் காணப்படுகின்றது.

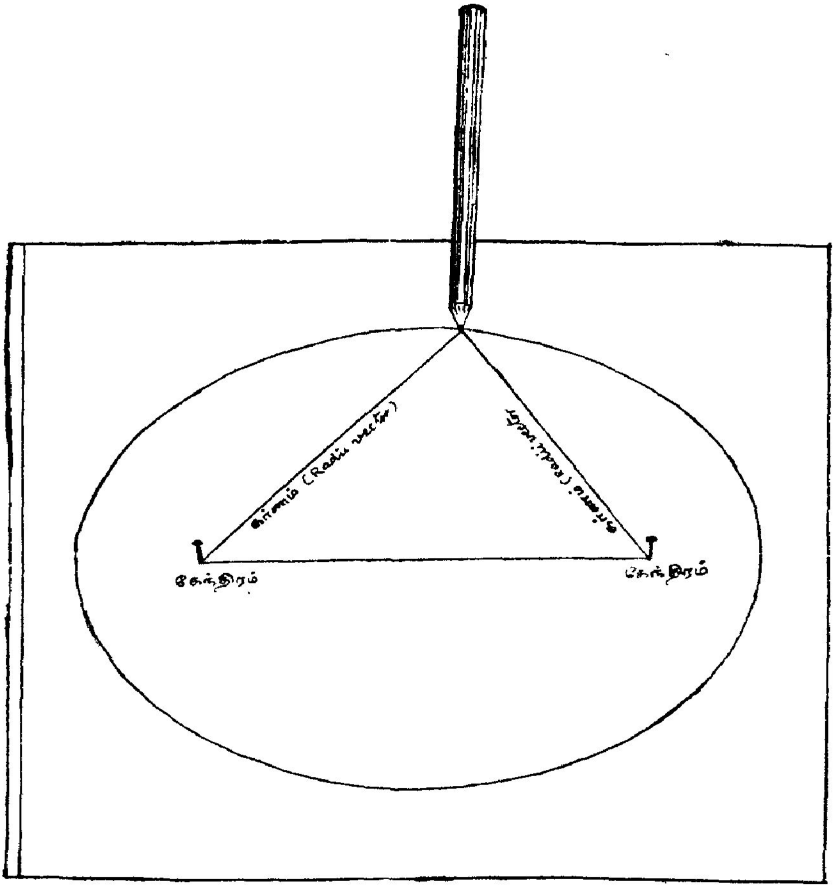
கோபர்நிகஸ் பூமியும் இதர கோள்களும் சூரியனைச் சுற்றிவருகின்றன என்ற கொள்கையை வெளியிட்டு நவீன வான சாஸ்திரத்துக்கு அடிகோலினார். கலிலேயோ புதுப்புது சான்றுகளினால் கோபர்நிகஸின் கூற்றை நிரூபித்தார். எனினும், கோள்களின் சுற்றோட்டக் கதிகளைப் பற்றியும், வேகத்தைப்பற்றியும், சூரியனுக்கும் கோள்களுக்குமிடையிலுள்ள தூரங்களைப்பற்றியும் சில காலம் யாரும் அறிந்துகொள்ளவில்லை. அவை மறைபொருளாகவே இருந்தன.

டைகோ பிராஹி (Tycho Brahi) என்ற வானசாஸ்திரியின் சோதனைகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு, அவருடைய மாணவர் கெப்ளர் (Kepler) என்பவர் 1607—1620 இவ்வாண்டுகட்கிடையில் தன் ஆராய்ச்சிகளை நிகழ்த்திக் கோள்களின் கதியமைப்புக்களைப் பற்றிய உண்மைகளை வெளியிட்டார். கோள்களின் கதிகள் (orbits) யாவும் ஒரு சில இயற்கை விதிகட்குட்பட்டிருப்பதாக அறிந்து அவர் அவ்விதிகள் என்னென்ன என்று தெளிவுபடக் கூறினார். ஒப்பற்ற ஆராய்ச்சி வளத்தாலும், முயற்சித்திறனாலும் உருவாக்கப்பட்ட அவ்விதிகட்குக் "கெப்ளரின் விதிகள்" (Kepler's Laws) என்ற பெயரிடப்பட்டது.

இவ்விதிகளைப் பற்றி இங்கு நாம் ஓரளவு அறிந்து கொள்ள வேண்டியது அவசியமாகும்.

கோள்கள் சூரியனைச் சுற்றி வரும் பாதைக்குக் "கதி" என்று பெயர். கோள்களின் கதிகள் ஒழுங்கான வட்ட வடிவமாக அமையவில்லை; அண்ட வடிவத்தில் அமைந்துள்ளன.

காகிதத்தின் மேல் ஒரு அண்ட வடிவத்தை வரைய வேண்டுமாயின், அதற்கு ஒரு தனிப்பட்ட முறையைக் கையாளவேண்டும். 18-ஆம் படத்தைப் பார்க்கவும். ஒரு காகிதத்தில் இரண்டு குண்




படம் 18

ஒரு துண்டு நூலையும், இரண்டு குண்டூசிகளையுங் கொண்டு அண்டவடிவம் வரையும் விதம். குண்டூசிகள் ஒன்றனுக் கொன்று சேய்மையிற் செல்ல செல்ல அண்டவடிவமும் நீட்சியடைகிறது. பூமியின் கதி அண்ட வடிவத்தில் அமைந்துள்ளது. இக்கதியின் இரு கேந்திரங்களின் ஒன்றில் சூரியன் உள்ளது.

டுசிகள் காட்டப் பெற்றிருக்கின்றன. அவற்றைச் சுற்றி ஒரு நூல் கட்டப் பட்டிருக்கிறது. ஒரு பென்சிலின் முனையைக் கொண்டு நூலை இழுத்துக் கோடிட்டுக் கொண்டே போனால் ஒரு கோடு அண்ட (முட்டை) வடிவத்தில் அமைகிறது. ஊசிகள் நாட்டப்பட்டிருக்கும் இரு இடங்கட்கும் "கேந்திரங்கள்" (Centres) என்று பெயர். ஒரு கோளினது கதியில் உள்ள இரண்டு கேந்திரங்களில் ஒன்றில்தான் சூரியன் நிற்கின்றது. இரு கேந்திரங்களைக் கதியுடன் இணைக்கும் கோடுகட்குக் "கர்ணங்கள்" (Radii Vectors) என்று பெயர்.

ஒரு கோளின் கதிக்கும் மற்றொன்றின் கதிக்கும் பேதமுண்டு பூமியின் கதியும், வெள்ளியின் கதியும் சற்றேறக் குறைய வட்ட வடிவமானவை. ஆனால் புதன், செவ்வாய், ஈராஸ் இவற்றின் கதிகள் நீண்டுள்ளன. இதனால் நாம் அறியக் கிடப்பதென்ன?

பூமி சூரியனைச் சுற்றி வரும்போது அவ்விரண்டுக்குமிடையிலுள்ள தூரம் ஒரே அளவாக இருப்பதில்லை. ஜூலை மாதத் தொடக்கத்தில் பூமி சூரியனுக்கு 9,45,61,000 மைல் தூரத்திலிருக்கிறது; ஜனவரி மாதத் தொடக்கத்தில் 9,14,49,000 மைல் தூரத்திலிருக்கிறது. இவ்விரு தூரங்கட்குமுள்ள பேதம் 31,12 000 மைல்தான். ஆனால் புதன் ஒரு சமயத்தில் சூரியனுக்கு 2,85,00 000 மைல் தூரத்திலும், மற்றொரு சமயத்தில் 4 30,00,000 மைல் தூரத்திலும் இருக்கிறது. இவ்விரு நிலைகட்குள்ள பேதம 1,35,00,9000 மைல். இதனால் பூமியின் கதியை விடப் புதனுடைய கதி நீண்டுளளது என்று அறிகின்றோம். சில வால்மீனகளின் கதிகள் இன்னும் நீண்டிருக்கின்றன.

எனவே ஒரு கோள் சூரியனைச் சுற்றி வரும்போது அதற்கும் சூரியனுக்கும் இடையிலுளள தூரம் அவ்வப்போது இடத்துக்குத் தக்கவாறு மாறிக் கொண்டே வருகிறது என்று அறிகின்றோம. கெப்ளர் தான் கிறுவின முதல் விதியில் இதைத்தான் கூறியுள்ளார்.

மற்றும், ஒரு கோள் சூரியனைச் சுற்றி வந்து கொண்டிருக்கும் போது எல்லா இடங்களிலும் ஒரு குறிப்பிட்ட வேகத்திற்றான் ஓடுகிறதா? இல்லை. இடத்துக்கிடம் அதன் வேகம் பேதப்படுகின்றது. சூரியனை நெருங்கும்போது அதனுடைய வேகம் ஏற்றமுறுகின்றது. சூரியனை விட்டுத் தொலைவிற் செல்லச் செல்ல அதனுடைய வேகம் குன்றுகிறது.

ஜூலை மாதத்தில் தொலைவிற் செல்லும்போது பூமியினது ஓட்டத்தின் வேகம் குறைகிறது. ஜனவரி மாதத்தில் சூரியனுக்கு அண்மையில் வரும்போது அதனுடைய வேகம் அதிகரிக்கிறது. அதாவது ஜூலை மாதத்தில் ஒரு மணி நேரத்தில் அது கடந்து செல்லும் தூரத்தைவிட, ஜனவரி மாதத்தில் அதே ஒரு மணி நேரத்தில் கடந்து செல்லும் தூரம் அதிகந்தான். இதைத்தான் கெப்ளர் தன்னுடைய இரண்டாவது விதியில் அறிவித்தார்.

இவ்விரு விதிகளும் கோள்களின் இயக்கங்களை மட்டுமின்றிச் சந்திரனைப் போன்ற உப கோள்களின் இயக்கங்களையும் அறிந்து கொள்ள உதவுகின்றன.

கெப்ளருடைய ஆராய்ச்சித் திறனையும், உள்ளத்தின் விரிவையும் உலகம் அறிந்து வியக்குமாறு செய்தது அவருடைய மூன்றாவது விதிதான். ஒரு கோள் எத்தனை நாட்களில் சூரியனைச் சுற்றி வருகின்றது என்று கணக்கிட்டுவிடின், அதற்கும் சூரியனுக்குமிடையிலுள்ள தூரத்தை இவ்விதியைக் கொண்டு கண்டு பிடித்து விடலாம்; மற்றும் தொடர்ந்து இதர கோள்களின் தூரங்களையும், கதிகளின் அளவுகளையும் கூட அறிந்து கொள்ளக்கூடும். எனவே பூமியின் தூரத்தைப் பிழையின்றிக் கணித்து விட்டால் போதும். ஏனைய கோள்களின், அல்லது உப கோள்களின் இயக்கங்களின் சகல இயல்புகளையும் எளிதில் உணர்ந்து கொள்ளலாம்.

சூரியனையும் கோள்களையும் பிணித்து நிற்கும் சக்தி எது? கோளகள் ஏன் தம் தலைவனைச் சுற்றிச் சுற்றி வருகின்றன? தம் மிச்சைப்படி அவை வான வெளியில் ஏன் ஓடி மறைந்து விடவில்லை? சந்திரன் ஏன் பூமியை வட்டமிட்டுக் கொண்டிருக்கிறது? நம் கடல்கள் ஏன் கொந்தளிக்கின்றன? இக்கேள்விகள் சற்றுத் தேர்ச்சிப் பெற்ற உள்ளங்களில் எழுகின்றன.

இக்கேள்விகட்குத் தகுந்த விடையைக் கண்டு உலகிற்கீந்தவர் ஸர் ஐஸக் நியூடன் (Sir Isaac Newton-*1642–1727*) என்ற ஆங்கில விஞ்ஞானியாவர். சூரிய மண்டலத்தின் அண்டங்களனைத்தையும் இயக்குவதும், அவை தோற்றுவதற்குக் காரணமாயிருந்ததும் ஒரு இயற்கைச் சக்தியாகும். அதற்குக் "கவர்ச்சி" (Gravity) எனறு பெயர். இச்சக்தியைக் கண்டு பிடித்ததனால் நியூடன் என்ற பெயருக்கே உலகின் மேல் என்றும் அழியா புகழும், ஒப்பற்றசிறப்பும் விளங்குகின்றன. ஒரு ஆப்பிள் பழம மரத்தினின்றும் இற்றுத் தரையிலவிழ, அதனைக் கண்ணுற்ற நியூடன் கவர்ச்சி விதியைக் கண்டு பிடித்தார் என்ற ஒரு கதையை நாம் கேட்டிருக்கிறோம்.

கவர்ச்சி என்பதென்ன?

ஒரு மனிதன் *1* டன் எடையைத் தூக்க முடியாது. அதற்குத் தடையாய் நிற்பது கவர்ச்சியென்னும் சக்திதான். அவன் எடையை மேலே தூக்கவும், கவர்ச்சி அதனைக் கீழே வலிக்கிறது. ஒரு கிரிக்கட் பந்தை ஒரு மைல் தூரம் நம்மால் எறிய முடியாது. எறியபபட்டப் பந்து "விர்" என்று மேலெழும்பி ஓடும்போது, அது ஒரு மைல் தூரம் செல்லுவதற்குள், அதைப் பற்றிக் கீழே இழுதது பூமியின் மேல் வீழ்ததுவது கவர்ச்சியேயாகும். *20* மைல் வேகத்தில் கையை விட்டுப் புறப்பட்டுச் சென்ற பந்தானது, கவர்ச்சியினாற் பாதிக்கப்படாதுபோனால், மூன்று நிமிஷங்கட்கு ஒரு மைல் வீதம் பறந்து, ஒரு ஆண்டளவில் வான வெளியில் *1,75,000* மைல் தூரம் சென்றுவிடும்.

சந்திரன் வான வீதியில் மணிக்கு 2,300 மைல் வீதம் ஓடு கின்றது. தன்னை நோக்கிப் பூமி அதை இழுத்துக் கொண்டே இராமற் போனால், அது தன் கதியினின்றும் வழுவி, அதே வேகத்தில் வான வெளியில் ஓடிப் போய்விடும்; ஒரு ஆண்டில் நம்மை விட்டு 2 கோடி மைல் தூரம் சென்று விடும். ஆனால் பூமிக்குள்ள கவர்ச்சியின் ஆற்றலால் சந்திரன் இடைவிடாமல் வலிக்கப் பட்டுப் பூமியைச் சுற்றிச் சுற்றி ஓடி வருகின்றது. எப்படி பூமியின் மேற் பரப்பிலுள்ள சிறுசிறு பொருள்கள் கவர்ச்சியாற் கீழே வலிக்கப் படுகின்றனவோ, அப்படியே சந்திரனும் வலிக்கப்படு கின்றது.

பிரபஞ்சத்தில் உள்ள பொருள்களின் இயக்கங்களை ஆராய்ந் தறிந்து, எல்லா அண்ட கோடிகளின் இயக்கங்கட்கும் பொதுவானதொரு விதியை நியூடன் அளித்தார். இதற்குத்தான் "கவர்ச்சி விதி" (Law of Gravitation) என்று பெயர். இதன்படி, பிரபஞ்சத்திலுள்ள சகல அண்டங்களும், தாம் ஒன்றற்கொன்று எவ்வளவு சேய்மையிலிருப்பினும், ஒன்றை மற்றொன்று கவர் கின்றன என்று நியூடன் கூறினார். இருபதாம் நூற்றாண்டில் பிரபஞ்ச தத்துவங்களைப்பற்றிய ஆராய்ச்சிகளில் பெரும்புரட்சியை உண்டு பண்ணிய ஆசிரியர் ஐன்ஸ்டைன் என்பார் நியூடனுடைய கவர்ச்சி விதியில் காணப்பட்ட சில தவறுகளை விளக்கித் தன்னால் நிறுவப்பட்ட "தொடர்பு வாதம்" (Theory of Relativity) என்ற பிரபஞ்ச விளக்கத்தில் அண்டங்களின் இயக்கங்கட்குப் புதியதொரு காரணங் காட்டினார்.

பூமியின் மேல் அமைக்கப்பட்டுள்ளச் சோதனைக் கூடங்களி லும், வானமாகிய ஆராய்ச்சிக் களத்திலும் கவர்ச்சியைப் பற்றித் திறம்பட ஆராய்ந்து, பல உண்மைகளை யறிந்து, விஞ்ஞானிகள் அறிவு வளர்ச்சிக்குச் சேவை புரிந்தனர்.

ஒரு பொருள் எவ்வளவுக்கெவ்வளவு பரிமாணத்தில் பெரியதோ, அவ்வளக்கவ்வளவு அதற்குக் கவர்ச்சி யதிகமுண்டு. பூமி 8000 மைல் குறுக்களவுள்ளதொரு பெரிய கோளம்! இவ்வளவு பெரிய ஒரு பொருள் அதன் மேலுள்ள, மனிதர்கள், பாறைகள், மோட்டார்கார்கள், வாயுமண்டலம் ஆகிய இச்சிறு அற்பப்பொருள் களை வலித்துத் தன் மேலிருத்திக் கொள்ளுவதில் வியப்பேது மில்லை. நாம் பூமியின் பேரிலேயே வாழ்ந்து வருவதால், பூகவர்ச்சி யால் பொருள்கள் மேலிருந்து கீழே விழுவதைப் பார்க்கிறோமே யல்லாது, அதற்குக் காரணமான பூமியைப் பற்றி நாம் உணர்வ தில்லை. ஆனால் சோதனைக் கூடங்களில் அமைக்கப் பட்டுள்ள நுண்ணிய கருவிகளினால் இயற்கையில் உள்ள பொருள்கள் யாவும் ஒன்று மற்றதைத் தன்னை நோக்கிக் கவர்கின்றது என் பதை அறிந்து கொள்ளுகின்றோம். அ—ஆ-என்ற இரு பொருள் களை எடுத்துக் கொள்ளுவோம். ஆ-வின் மேல் அ-வுக்குள்ளக் கவர்ச்சியின் அளவும், அ-வின் மேல் ஆ-வுக்குள்ள கவர்ச்சியின்

அளவும் சமமானவை. பூமி ஆப்பிள் பழத்தைக் கவர்கின்றது. இதை நாம் கண் கூடாகக் காணலாம். ஆனல் ஆப்பிள் பழமும் பூமியைக் கவர்கின்றதென்பது உண்மை. பூமியின் மேல் ஆப்பிளுக் குற்றச் சக்தி மிகமிகச் சிறியதாகையால் அதை நாம் உணர்வதில்லை. ஒரு பொருள் பரிமாணத்தில் பெரியதாக இருந்தால், அதாவது, அதனுள் அதிக சத்துப் பொருள் அடங்கி யிருந்தால், அதற்குக் கவர்ச்சி அதிகமாக இருக்கும்; சத்துப் பொருள் குறைவாக இருந்தால் கவர்ச்சியும் குறைவாக இருக்கும். உதாரணமாக, பூமி சந்திரனைவிடப் பரிமாணத்தில் பெரியது, அதாவது அதனுள் ளடங்கியுள்ள சத்துப் பொருள் சந்திரனிடத்துள்ள சத்துப் பொருளை விட அளவில் அதிகம். ஆகையாற்றான் பூமி சந்திரனை விட அதிக கவர்ச்சியைக் கொண்டுள்ளது.

ஒரு பொருளின் கவர்ச்சி அதனுள்ளடங்கியுள்ள சத்துப் பொருளின் அளவுக்குத் தக்கபடி அமைந்துள்ளதே அல்லாது, அதன் குணபேதங்கட்குத் தக்கபடி அமையவில்லை. ஈயம், தண்ணீர், மணல், பஞ்சு இப்பொருள்கள் மாருன குண பேதங்களையுடையன. எனினும், ஒரு டன் எடையுள்ள ஈயம், தண்ணீர், மணல், பஞ்சு இவற்றின் மேல் பூமி ஒரே யளவுள்ள கவர்ச்சியைத் தான் கொண்டுள்ளது. பொருள் எதுவாயினும், எத்தன்மைத்தாயினும் அதன் அளவுதான் முக்கியம். ஒரு தராசின் ஒரு தட்டில் ஒரு வீசை எடையுள்ள இரும்புத் துண்டை வைக்கும்போது, அத் தட்டுத் தாழ்கின்றது. மற்றொரு தட்டில் ஒரு வீசை காப்பிக் கொட்டையை வைத்தால், இரு தட்டுகளும் சமமாக நிற்கின்றன. ஒரு வீசை இரும்பு உருவத்தில் சிறியதாக இருக்கிறது; ஒரு வீசை காப்பிக் கொட்டை அதிகமாக இருக்கிறது. எனினும் இரண்டையும் ஒரு சமமாகத்தான் பூமி கவர்கிறது. ஒரு வீசை பரிமாணமுள்ளப் பொருளைவிட இரண்டு வீசை பொருளுக்கு இரட்டிப்பளவு கவர்ச்சியுண்டு. இக்குண விசேஷத்தாற்ருன், ஒரு வீசை இரும்புக் குண்டுக்குப் பதில் ஒரு வீசை காப்பிக் கொட்டையையும், இரண்டு வீசை குண்டுக்குப் பதில் இரண்டு வீசை காப்பிக் கொட்டையையும் வைத்து நிறுக்கிருேம்.

ஒரு கோள் அல்லது ஒரு விண்மீன் இதனுடைய கவர்ச்சியின் அளவையறிந்தால், அதனுடைய எடையைக் கணக்கிட்டுக் கூறிவிடலாம்.

ஒரு குறிப்பிட்டத் தொலைவிலுள்ள இரு பொருள்களிடையே உள்ள கவர்ச்சி, அப்பொருள்கள் ஒன்றற்கொன்று சேய்மையிற் செல்லச்செல்ல, தன் வலிமையிற் குறைந்துகொண்டே போகிறது.

சந்திரன் ஒரு பெருங்கோளமாதலால், பூமியால் அது கவர்ச்சிக்கப்படுவதுபோல், அஃதும் பூமியைக் கவர்கிறது. அதன் காரணமாகத்தான், பூமியின்மேலுள்ள பெருநீர்நிலைகளான கடல்கள் பொங்குகின்றன. அமாவாசையன்று சூரியனும் சந்திரனும்

பூமிக்கு ஒரேபக்கத்தில் நின்று, தம் கவர்ச்சியால் பூமியைப் பாதிப்பதால், அன்று கடல்களின் கொந்தளிப்பு அதிகரித்து, அலைகள் மலைபோன்றுயர்ந்து கரையின்மேல் நெடுந்தூரம் வந்து மோதுகின்றன.

கோள்கள் அனைத்தும் ஒரு குறிப்பிட்டப் பாதையிற்றான் சூரியனைச் சுற்றிவருகின்றன. அந்தப் பாதைக்குக் "இராந்தி வட்டம்" (Ecleptic) என்று பெயர்.

நாம் சூரியனிடத்தில் நின்று ஒரு கோளை, உதாரணமாக வெள்ளியை, நோக்கினால், அது ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்திலிருந்து புறப்பட்டுச், சூரியனை ஒரு முறை சுற்றி, மீண்டும் புறப்பட்ட இடத்தைச்சேர அதற்கு 225 நாட்கள் செல்லுவதைக் காணலாம். இந்த ஓராண்டளவுக்கு நட்சத்திரமானம் (Sidereal Period) என்று பெயர். அதே வெள்ளியைப் பூமியின்மேல் நின்று நோக்குவோம். சூரியனுக்கும், பூமிக்கும் இடையில் ஒரு நேர்க்கோட்டில் அது வரும்நாளைக் குறித்துக்கொள்ளுவோம். அது ஒரு முறை சூரியனைச்சுற்றிப் புறப்பட்ட இடத்தையடைய 584 நாட்கள் செல்லுகின்றன. இந்தக் கால அளவுக்குச் சௌரமானம் (Synodic Period) என்று பெயர். ஒரு கோளினது சௌரமானத்தை யறிந்துகொண்டால், கெப்ளரின் விதிகளின் உதவியால், அதனுடைய நட்சத்திரமானத்தை எளிதில் அறிந்துகொள்ளலாம்.

---

# அத்தியாயம் 10

## பூமி

பிரபஞ்ச வெளி எல்லையிறந்தது, ஆதியந்தமற்றது. கோடானுகோடி அண்ட கோளகைகள் சிறுசிறு கொசுக்கூட்டங்கள் போன்று அங்குமிங்கும் மிதந்துகொண்டிருக்கின்றன. மகத்தான வெட்டவெளியில் அக்கூட்டங்கள் இருப்பதாகவே தோற்றவில்லை. மனோரதத்தின் மீதமர்ந்து ஒரு ஆயிரங்கோடியாண்டுகட்கு முன்பு சென்று, வானவெளியில் ஓரிடத்தில் அதை நிறுத்திச் சுற்றிப்பார்ப்போம். நூற்றுக்கணக்கான மீன்கள் புதிதாகப் பிறக்கின்றன. நூற்றுக்கணக்கானவை எரிந்து சாம்பராகின்றன. தொலைதூரத்தில் ஊசிமுனைப்போன்று தோற்றிய ஒரு மீன் வெடிக்கிறது! அதனின்றும் ஒரு ஜோதிப்படலம் எழுகின்றது. அது பல பகுதிகளாகப் பிரிகிறது. ஒவ்வொரு பகுதியும் ஒரு நெருப்புக் கோளமாகத் திரண்டு, பிறகு குளிர்ச்சியடைகின்றது ஒரு கோளத்தின்மேல் சில விசித்திர மாறுதல்களைக் காண்கின்றோம். ஏனையவற்றில் காணாத ஒரு காட்சி! அங்கு பசுமை படர்கிறது. பொருள்கள் தாமாகவே இயங்குகின்றன. தாவரங்களும், விலங்குகளும், பறவைகளும் தோன்று

கின்றன. இந்நாடகத்தில் பலகாட்சிகள் ஒன்றன்பின் ஒன்றாகத் தோன்றிக் காலமென்னும் திரைகளில் மறைகின்றன. அங்கு இறுதியில் ஒரு விந்தையான விலங்குவகை திரண்டு உருவாகிறது. இதுதான் மக்கள் கூட்டம். மனிதன் தோன்றிவிட்டான். ஆறாத வியப்புடனும், அச்சத்துடனும், தன்னைப் பெற்றெடுத்த உலகத்தையும், அதைச்சுற்றியுள்ள வெட்டவெளியையும் நோக்குகின்றான்.

இக்காட்சிகள் யாவும் நம் கண்களின்முன்பு சினிமா படங்கள் போன்று படபடவென்று ஓடி மறைகின்றன.

அச்சிறு கோளமாகிய பூமியைப்பற்றி இவ்வத்தியாயத்தில் அறிந்துகொள்ளுவோம். நம்மனோரதத்தை நிகழ் காலத்துக்குக் கொண்டுவந்து நிறுத்துவோம்.

பூமி மணிக்கு 1000 மைல் வேகத்தில் பம்பரம்போல் சுழல்கிறது. மணிக்கு 67,000 மைல் வேகத்தில் சூரியனைச் சுற்றி வருகின்றது. சூரியனோடு சேர்ந்து மணிக்கு 43,000 மைல் வேகத்தில் அபிஜித் (Vega) என்ற மீனை நோக்கிப் பாய்ந்து செல்லுகிறது.

பூமியின் உருவம் முழு உருண்டையல்ல. இதை ஒரு ஆரஞ்சு பழத்தினது உருவத்துக்கு ஒப்பிடலாம். இது வெகு வேகமாகச் சுழலுவதால் மத்தியில் உப்பியும் துருவங்களில் தட்டையாகவும் இருக்கிறது. பூமத்தியரேகைபண்டை இதனுடைய குறுக்களவு 7,926·56 மைல். இரு துருவங்கட்கு மிடையிலுள்ள குறுக்களவு 7,899·74 மைல். இவ்விரு அளவுகட்குமுள்ளபேதம் 27 மைல். உருவத்தின் அளவில் இது கோள்களுக்குள் முறையே ஐந்தாவதாகும். இதனுடைய எடை 60 கோடி, கோடி, கோடி டன்கள். இது தண்ணீரைவிட 5·52 மடங்கு அதிக திண்மையுடையது.

சந்திரன் பூமியைச் சுற்றிவருவதும், பூமியின்மேல் வாயுமண்டலம் தங்கியிருத்தலும் பூமியின் கவர்ச்சியாற்றான். பூமியின் மத்தியரேகைப (Equator) பிரதேசங்களைவிடத் துருவங்களில் (Poles) கவர்ச்சி அதிகம். மத்தியப் பிரதேசங்களில் 100 பவுண்டு எடையுள்ள ஒரு மனிதன் துருவங்களில் 100½ பவுண்டு எடையுள்ளவனாகக் காணப்படுவான்.

பூமி ஒரு பெரிய காந்த உருண்டை. காந்தத்துக்குள்ள இரு துருவங்களும் பூமியின் இரு துருவங்களினருகில் அமைந்துள்ளன; அதனாற்றான் திசைகாட்டுங்கருவி (Compass) யினுடைய காந்த ஊசியின் ஒருமுனை எப்போதும் வடதுருவத்தையே காட்டிக் கொண்டிருக்கின்றது.

இக்கோளம் 23 மணி, 56 நிமிஷம், 4·1 விநாடிகளில் ஒருமுறை சுழல்கிறது. சூரியனை 365 நாட்கள், 6 மணி, 9 நிமிஷம் 9·54 விநாடிகளில் ஒருமுறை சுற்றி வருகின்றது. இது சுழலும்போது சூரியனுக்கெதிரில் உள்ளபகத்தில் சூரியஒளி படுகின்றது.

அதைப் பகல் என்கின்றோம். மறுபுறம் இருண்டிருக்கின்றது. அதை இரவு என்கின்றோம்.

விஞ்ஞானத்தின் சாதனைகள் மகத்தானவை. அணுவையும் துளைத்து அதனுள்ளும் வானமண்டலங்களைக் கண்டோம். கருத்திற்கடங்காத தொலைவிலுள்ள ஒரு விண்மீனினது பண்புகளைத்தனையும் ஆய்ந்தறிந்தோம். ஆனால் இப்பூமி எப்போது, எவ்வாறு தோன்றியது என்ற கேள்விக்குத் தகுந்த விடையை நாம் இன்னும் கண்டறியக்கூடவில்லை.

பல்லாயிரங்கோடி ஆண்டுகட்குமுன்னர், ஆதியில் எங்கும் பாழாக நின்ற வானவெளியில் பிரம்மாண்டமானதும் கனல்மய மானதுமான ஒரு வாயுமேகம் விளங்கிற்று. அது காலப்போக்கில், குளிர்ந்து, குன்றி, திண்மையும் செறிவுமெய்தி, ஆங்காங்கு சிறுசிறுகோளங்களாக மாறிற்று. இக்கோளங்களே பிறகு கோள்களாயின. அவ்வாயுமேகத்தின் மத்திய பாகந்தான் சூரியன். அஃதும் ஆண்டுதோறும் தன்னுருவில சுருங்கிக் கொண்டே போகின்றது. நூற்றைம்பது ஆண்டுகட்கு முன்பிருந்த லாப்ளேஸ் (Laplace) என்ற பிரஞ்சுநாட்டு வானசாஸ்திரி இவ்வாறு கருதினர்:

சூரியமண்டலத்தின் அமைப்பில் காணப்படும் சில பொது அம்சங்களை நோக்கின் இக்கருத்தின் சிறப்பு விளங்காமற் போகாது. அவையாவன: சூரியன் கிழக்கு மேற்காகச் சுழலுகிறது. கோள்களும் அவ்வாறே சுழலுகின்றன. கோள்கள் யாவும் சூரியனை வலம் இடமாகச் சுற்றுகின்றன. சந்திரனும் இதர உபகோள்களும் வலம்-இடமாகவே சுற்றுகின்றன. வெகு வேகமாகச் சுழன்றுகொண்டிருந்த ஒரு கனல் வாயு மேகத்திலிருந்து, கயிறறில் சுற்றி எறியபபடும் பமபரம்போல், கோளகளும், உபகோள்களும் பிய்த்தெறியப்பட்டன. உடனே அவையும தனித் தனிச் சுழலத் தொடங்கின.

சூரியன் தன்னளவிற் சுருங்கிக்கொண்டே போவதால் தன் ஆதிவெப்பத்தை யிழக்காமற் காத்துக் கொள்ளுகிறது.

லாபிளேசின் கொள்கையின்படி முதன்முதல் பிறந்தது சூரிய மண்டலத்தின் விளிம்பிலுள்ள புளுடோ என்ற கோள்; பிறகு நெப்தியூன, யுரேனஸ் என்று வரிசையாக புதன் வரையில் ஒன்றன்பின்னொன்ருக உருவாயின.

பிற்கால ஆராய்ச்சியாளர்கள் இக் கருத்தை மறுத்தனர். வாயுமேகங்கள் சுருங்கினல் மீன் மண்டலங்கள் தோன்றக்கூடும். ஆனல் கோள்கள் ஏன் தோற்றின? லாபிளேஸின் வாதம் விளக்க மாகவில்லை. இதைக் கணித சாஸ்திரிகளும் ஆட்சேபித்தனர்.

ஒரு வாயுமேகம், தன்னிடமிருந்து சில பகுதிகள் சிதறிப்போமளவு, வேகமாகச் சுழலும் சக்தியைப் பெற்றிருந்ததா? அவ்வளவு

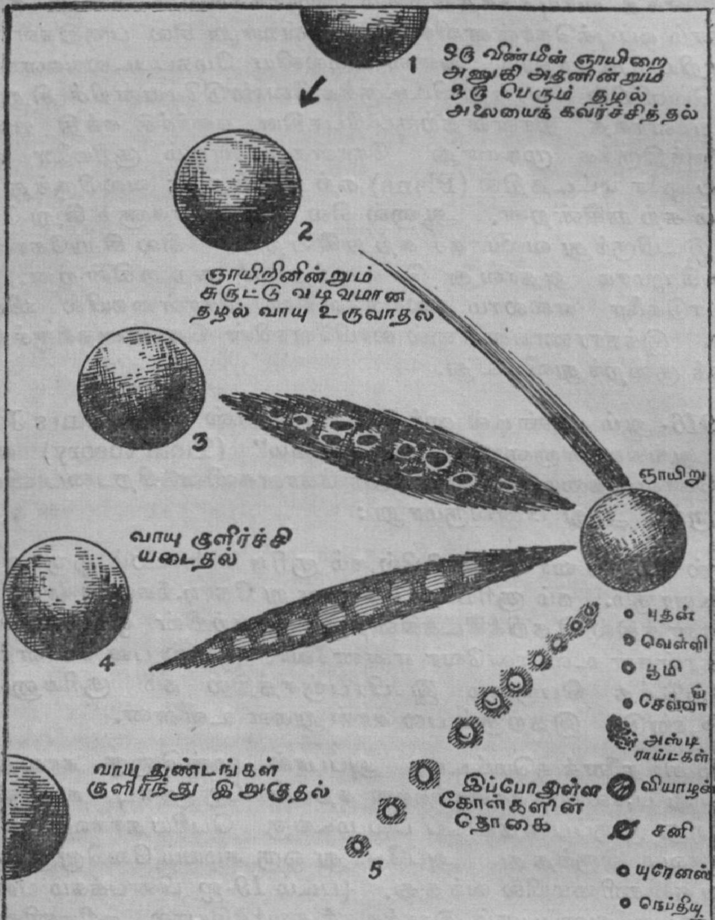
வேகம் எந்த வாயுமேகத்திற்கும் இருக்கக்கூடும் என்று கணித சாஸ்திரம் ஒப்புக்கொள்ளவில்லை. அவ்வாறு சில பகுதிகள் தனியாக எறியப்பட்டாலும், அவை மெல்லிய மேகப்படலங்களாகவே வான வெளியில் கரைந்துவிட்டிருக்க வேண்டுமேயன்றிச் சிறுசிறு கோளங்களாகத் திரள்வதற்குப் போதிய கவர்ச்சி சக்தி யவற்றினிடமிருந்திருக்க முடியாது கோள்கள் யாவும் சூரியனை ஏறக்குறைய ஒரே மட்டத்தில் (Plane) சுற்றுகின்றன; வலமிருந்து இடமாகவும் சுற்றுகின்றன. ஆனால் சில உபகோள்களும் சிறு கோள்களும் இடமிருந்து வலமாகச் சுற்றுகின்றன. சில சிறுகோள்கள் மேலுங்கீழுமாக அதாவது செங்குத்தாகச் சுற்றுகின்றன. இம் மாறுபாடுகளை எல்லாம் லாபிளேசின் கொள்கையில் விளங்கவில்லை. இக்காரணங்களினால் லாபிளேஸின் கொள்கைக்குச் செல்வாக்குக் குறைந்துவிட்டது.

*1916-ஆம் ஆண்டில் ஸர் ஜேம்ஸ் ஜீன்ஸ்* (Sir James Jeans) என்ற ஆங்கில விஞ்ஞானி "அலைவாதம்" (Tidal theory) என்ற ஒரு கொள்கையை வெளியிட்டுக் கோள்களின் பிறப்பை விளக்க முயன்றார். அது பின்வருமாறு :

எல்லையற்ற வானவெளியில் நம் சூரிய மண்டலம் ஒரு அபூர்வ சிருஷ்டியாகும். நம் சூரியனைப் போன்று கோடிக்கணக்கான மீன்கள் வானத்தில் சிதறிக்கிடக்கின்றன. அவற்றின் ஒவ்வொன்றுக்கும் கோள்கள் உள்ளனவோ என்னவோ. ஆனால் பல கோள்களைப் பெற்றெடுத்த பெருமை இப்பிரபஞ்சத்தில் நம் சூரியனுக்குத்தான் உண்டு. இதற்குப் பல சான்றுகள் உள்ளன.

நம் சிந்தனைக்குமெட்டாத அப்பால் முன்னொரு காலத்தில், அதாவது பல்லாயிரக்கணக்கான கற்பங்கட்கு முன்பு, நம் சூரியன் இப்போது இருப்பதைவிடப் பல மடங்கு பெரியதாகவும், மிகவும் அழகாகவும் இருந்தது. அப்போது ஒரு சமயம் வேறொரு விண்மீன் அதனணிமையில் வந்தது. (படம் 19-ஐ பின்பக்கம் பார்க்க) அதனுடைய அளப்பரும் இராக்கதக் கவர்ச்சியால் சூரியனின்றும் வானளாவும் அலைகள் எழுந்தன. எழுந்த அலைகள் ஓங்கி, உயர்ந்து, திரண்டு ஒரு நீண்ட புகையிலைச் சுருட்டின் உருவத்தை யடைந்தன. இவ்வாறு திரண்டு, நீண்ட வாயு அலைகள சூரியனுடைய சுழற்சியால் வானவெளியில் கரகரவென்று சுற்றியெறியப்பட்டன. சுருட்டைப்போன்ற இவ்வலைத் திரட்சிப் பல கற்பகாலங்கட்குப் பிறகு, குளிர்ச்சியுற்றுச் சுருங்கத் தொடங்கின. அப்போது அத்திரட்சியில் பல முடிச்சுகள் தோன்றின. கடும் சுழற்சியின் செயலால் ஒவ்வொரு முடிச்சும் ஒவ்வொரு கோளாக உருவெடுத்தது.

கோள்கள் தாம் பிறந்த நாள் தொட்டுப் பலகோடியாண்டுகள் அண்ட வடிவமானக் கதியில் சூரியனைச் சுற்றிக்கொண்டிருந்தன. நெடுங்காலம் கழிந்த பிறகு அவற்றிற்கு இப்போதுள்ள ஏறக்




படம் 19
கோள்களின் பிறப்பு

குறைய வட்டமான கதிகள் கிடைத்தன. அவை அண்ட வடிவ மான கதிகளில் ஓடிக்கொண்டிருந்தபோது, அதுவரையில் தாம் வெப்பங் குறைந்து திண்மையடையவில்லையாதலின், சூரியனுக் கருகில் வருங்காலையில், அவனுடைய கவர்ச்சியால் தம் உடல்களி னின்றும் பெரும்பகுதிகள் பிய்த்தெறியப்பட்டன. அவை ஒவ் வொன்றும் ஒரு உபகோளாக மாறிற்று. ஒவ்வொரு உபகோளும் எந்த கோளினின்றும் பிறந்ததோ அதனையே சுற்றிச்சுற்றி வரத் தொடங்கியது. நமக்கொரு சந்திரன் இருப்பதைப்போலவே, செவ்வாய், வியாழன், சனி, யுரேனஸ் நெப்தியூன், ஆகிய கோள்க

னுக்கும் உபகிரகங்கள் இருக்கின்றன. வியாழனுக்குப் பதினொரு சந்திரர் உண்டு. செவ்வாய்க்கு இரண்டும், சனிக்கு ஒன்பதும், யுரேனஸுக்கு நான்கும் உள்ளன.

ஸர் ஜேம்ஸ் ஜீன்ஸ் அவர்களின் இந்த வாயு அலைக்கொள்கை பலராலும் ஒப்புக்கொள்ளப்பட்டிருக்கிறது.

பூமியின் பிறப்பைப்பற்றிய மற்ற கொள்கைகளையறிதல் அவசியமில்லை. அது ஒரு பெரும் கனல் திரட்சியினின்றும் தோற்றியது என்பது மட்டிலும் உணர்ந்தால் போதும். பூமியும் தோன்றியவுடனே பலகோடியாண்டுகள் நெருப்புக் கோளமாகத் தான் இருந்தது. காலஞ் செல்லச்செல்ல, சிறிதுசிறிதாக வாயு உருவத்திலிருந்து நீர் உருவத்திற்கும், நீரிலிருந்து மெழுகைப் போலவும் மாறி, இறுதியில் இப்போதுள்ள திண்மையை எய்தியது. பூமியின் உட்புறம் சுருங்கச்சுருங்க அதனுடைய மேற்புறமும் சுருங்கிற்று. அச் சுருக்கங்கள்தான் இமாலயம், ராக்கீஸ், ஆண்டீஸ், காக்கேஸஸ் ஆகியபெரும் மலைத்தொடர்கள். தோன்றிய உடன் அவை இப்போதைவிட அதிக உயரமாக இருந்தன. மழையினாலும், பனியினாலும் கரைந்து இப்போதைய உயரத்தை எய்தின.

பூமி எப்போது பிறந்தது? அதன் வயது என்ன? இக் கேள்விகளுக்குப் பலர் பலவிதமான விடைகளை அளித்துள்ளனர்.

பதினேழாம் நூற்றாண்டில் உஷர் என்ற ஒரு ஆங்கில பாதிரியார் கி.மு. 4004 ஆண்டிற்றான் பூமி சிருஷ்டிக்கப்பட்டது என்று கூறினார். ஆனால் கிறிஸ்து பிறப்பதற்குப் பல்லாயிரம் ஆண்டு களுக்கு முன்னரே சீனம், இந்தியா, எகிப்து, சுமேரியா ஆகிய நாடு களில் நாகரிகத்தில் தலைசிறந்த மக்கள் வாழ்ந்து வந்தார்கள் என் பதை அவர் அறியார்போலும்!

பூமியின் வயதை நாம் உணர்ந்துகொள்ள வேண்டுமாயின், வான சாஸ்திரம், பௌதிக சாஸ்திரம், பூவமைப்பு சாஸ்திரம் (Geology), இவை என்ன கூறுகின்றன என்பதைத் தனித்தனி நாம் உணரவேண்டும்.

முதன்முதல் பூமிக்குத் தந்தையான சூரியனுடைய வயதை யறிய முயற்சிகள் செய்யப்பட்டன. ஹெல்மோட்ஸ் என்பவர் சூரியனின் உருவம் சுருங்கிக்கொண்டே வருகிறதென்றும், அத னாற்றான் அதனுடைய வெப்பம் தணியாமல் இருந்துவருகிறதென் றும் கூறினார். இக்கொள்கையை அடிப்படையாகக்கொண்டு கெல்வின் பிரபு 1862-ஆம் ஆண்டினில் சூரியன் 3 கோடி ஆண்டு கட்கு முன்னர் பிறந்திருக்கவேண்டுமென்று முடிவு செய்தார்.

ஆனால் பூவமைப்பு விஞ்ஞானிகள் இதற்கு ஒப்புக்கொள்ள மறுத்தனர். ஏனெனில் பிரபஞ்சத்தின் ஆயுளில் 3 கோடி ஆண் டுகள் மிகவும் குறைந்த கால அளவாகும். இச் சிறிதளவு காலத்

தில், பூமியினது மேற்புரையில் உள்ள சில கற்பாறைகள் உண்டாயிருக்க முடியாது என்பது அவர்களுடைய கருத்து. பிலிப்ஸ் என்பவர் சில பாறைகளைச் சோதித்து அவை 30,00,000 அடி தடிப்பு இருந்திருக்கவேண்டுமென்றும், பாறைகள் ஒரு நூற்றாண்டுக்கு ஒரு அடி விகிதம் வளர்ந்து வருவதால், பூமியின வயது குறைந்தது 4 கோடியாண்டுகளாவது இருக்கவேண்டுமென்றும் கூறினர். ஸர் ஆர்ச்பால்டு கெய்கி (Sir Archbald Geiki) 1899 ஆம் ஆண்டில் மேற்கூறிய அனுமானத்தின்படியே, பூமியின் வயது குறைந்தது 10 கோடி யாண்டுகள் இருக்கக்கூடும் என்று நினைத்தார். 1896-ஆம ஆண்டில் போல்டன் (Poulton) என்ற அறிஞர் உயிர்தத்துவ (Biological) ஆராய்ச்சியின்படி, பூமியின் மேல் காணப்படும் உயிர்வகைகள் இப்போதுள்ள வளர்ச்சியை அடைவதற்குக் குறைந்தது 50 கோடி ஆண்டுகளாவது சென்றிருக்கலாம் என்று கூறினர்

1909-ஆம் ஆண்டில் சொல்லாஸ் (Sollas) என்பவர் கடல் நீரில் கலந்துள்ள உப்பின் அளவை ஒருவாறு தேர்ந்து, பூமியின் வயதை 15 கோடியாண்டுகள் என்று நிர்ணயித்தார். சென்ற சில ஆண்டுகளாக நடந்துவந்துள்ள மற்றுமொருமுறை ஆராய்ச்சியால் மேற்கூறப்பட்ட கருத்துக்கள் எல்லாம வெறும் அனுமானங்களன்றி, உண்மையானவையல்ல என்று தெளியப்பட்டது. இவ்வாராய்ச்சியின் முடிவுகளை வானசாஸ்திரத்திற்கு அளித்தவர்கள் பௌதிக விஞ்ஞானிகளாவர். கதிர் வீசும் (Radio Active) செயலுள்ள ரேடியம், யுரேனியம் முதலிய உலோகங்களைச் சோதிக்கும் போது, அவர்கள் கண்ட உண்மைகள் பெரிதும் பூ வாராய்ச்சிக்குப் பயன்பட்டன. ரேடியம் ஒரு தனிப்பட்ட பண்புடையது. மிக நுண்ணிய மின்னணுக்களை வீசும் சக்தி இதற்குண்டு. எனினும் இது இச்சக்தியை எப்போதும் பெற்றிராமல், ஒரு கால அளவுக்குப் பிறகு அதை யிழந்து, தான் வெறும் ஈயமாக மாறி விடுகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு ரேடியத்தின் ஒரு பாகம் 1600 ஆண்டுகளில் தன் கதிர்வீசும் செயலை இழக்கிறது. எனவே அதனுடைய ஒருபாகம் ரேடியமாகவும், மற்றொரு பாகம் வெறும் உலோகமாகவும மாறி நிற்கிறது. யுரேனியமும் இவ்வாறேதான். இவ்விரு உலோகங்களின் மாறுதல்களையும் ஆராய்ந்து அதற்கான கால அளவைக்கூறி விடக்கூடும். சில இடங்களில் காணப்படும் பாறைகளிற் கலந்துள்ள யுரேனியத்தை ஆராய்ந்தபோது அப்பாறைகளின் வயது சற்றேறக்குறைய 150 கோடியாண்டுகள் இருக்கலாம் என்று கணக்கிடப்பட்டது. தோரியம் கதிர்வீசும் செயலுள்ள மற்றொரு உலோகம். இஃதும் இவ்வித ஆராய்ச்சிக்குப் பயன்படுகிறது. தென்னாப்பிரிக்காவில் மோரோ-கோரோ (Moro-Goro) என்ற இடத்தில் பிக்சுபிளண்டு (Pitchblende) என்ற ஒரு கரிபொருள் புதைப்பட்டுக் கிடக்கிறது. இப்புதையல்களில் கதிர்வீசும் செயலை இழந்து காரீயமாக மாறின யுரேனியம் கிடைக்கிறது. அது அவ்வாறு மாறுவதற்கு எழுபது கோடி யாண்டு

கள் சென்றிருக்கவேண்டுமென்று சோதனையில் தெரிகின்றது. மிகப் பழைமையானதென்று கருதப்படுகின்ற மற்றும் சில புதை பொருள்களில் காணப்படும் யுரேனிய மாறுதல்களுக்குச் சுமார் 123 கோடி ஆண்டுகள் சென்றிருக்கவேண்டுமென்று கணக்கிடப் பட்டிருக்கிறது.

எப்படியாயினும், பூமியின் மேல்புரை கனல் குழம்பு நிலையிலிருந்து இறுகி, இப்பொழுதுள்ள திண்மையை அடைய இற்றைக்குக் குறைந்தது நாற்றைம்பது கோடி ஆண்டுகள் சென்றிருக்கவேண்டும் என்று கொள்ளலாம். ஆனால் அது கனல் உருவில் பலகோடியாண்டுகள் கழித்திருக்கவேண்டும் அல்லவா? எனவே பேராசிரியர் ருதர்போர்டு (Rutherford) அவர்களின் ஆராய்ச்சியின்படி பூமியின் வயது 340 கோடியாண்டுகள் என்று திட்டமாகக் கொள்ளலாம். பூமியின்மேல் மனிதன் தோன்றுவதற்குப் பல நூறு கோடியாண்டுகட்கு முன்னரே பூமி பிறந்துவிட்டது. மனிதவர்க்கமும், ஏனைய உயிர் வகைகளும் உலகினின்றும் மறைந்த பிறகும், அது எத்தனை கற்பகோடிகள் நீடித்துவாழப்போகிறதோ நாம் அறியோம்!

பிரபஞ்சத்தில் பல்லாயிரங்கோடி மீன்கள் பிறப்பதும், ஒன்றோடொன்று மோதிக்கொள்ளுவதும், இறுதியில் யாவும் அழிந்து வாயுமேகப்படலங்களாக மாறுவதும் ஒரு முடிவிலா நாடகமாகும். ஒரு விண்மீன் வாயுநிலையிலிருந்து திண்மையடைந்து, மீளவும் முன்னிலையெய்த எத்தனை கற்பங்கள் பறந்திருக்கவேண்டும்! எனவே பூமிக்கு வயது கற்பித்தல் அவ்வளவு எளிதல்ல.

பூமி உருண்டையுருவாக இருக்கிறதென்று மக்கள் பழங்காலந் தொட்டே யறிந்திருந்தனர். எனினும், அது தட்டையாகத்தான் உள்ளதென்று சாதிப் போர் பலநாடுகளிலும் இன்னும் உளர். விஞ்ஞானம் காட்டிய பல சான்றுகளால் பூமியினது உருண்டை உருவம் நிரூபிக்கப்பட்டுவிட்டது.

கரையைவிட்டுப் புறப்பட்டுச் செல்லும் கப்பல் முதலில் அடிப்புறம், பிறகு மேல்புறம், புகைப்போக்கிகள், இறுதியில் கொடிமரங்கள் என்றிவ்வாறு மறைவதை நாம் காண்கின்றோம். இதனால் பூமியின்பரப்பு வளைந்துள்ளதென்று நன்றாகத் தெரிகின்றது.

ஒரு விமானம் ஒரே திக்கை நோக்கிப் பறந்துசென்றால், இறுதியில் புறப்பட்ட இடத்துக்கே வந்து சேர்கின்றது.

சூரியன் உலகில் எல்லா ஊர்களிலும் ஒரேகாலத்தில் உதிப்பதில்லை; இந்தியாவில் உதயமான 5 மணி 20 நிமிஷங்கட்குப் பிறகு இங்கிலாந்தில் உதயமாகிறது. பின்னும் 6 மணி நேரத்துக்குப் பிறகு அமெரிக்காவில் உதயமாகிறது. எனவே சூரியன் இந்தியாவில் உதிக்கும்போது அது அமெரிக்காவில் மேல் வானில் மறைந்து கொண்டிருக்கும். பூமி தட்டையாக இருப்பின் சூரியன் எல்லா ஊர்களிலும் ஒரே சமயத்திலல்லவா உதிக்க வேண்டும்?

பூமியின் நிழல் சந்திரன்மேல் விழும்போது சந்திரகிரஹணம் உண்டாகிறது. அந்நிழல் வட்டவடிவமாக இருக்கிறது. இதைக் கண்கூடாகக் காணலாம். பூமி தட்டையாயின், சந்திரனை மெல்ல மெல்ல மறைத்துவரும் அதனுடைய நிழல் வட்டமாயிராமல் நேர்க்கோடாகவல்லவா தோற்றவேண்டும்?

பூமியின் வடபாதியில் தென்படும் துருவதாரை தென்பாதியில் தெரிவதில்லை. தென்பாதியில் காணப்படும் திரிசங்கு (Southern Cross) என்ற மீன்கூட்டம் வடபாதியில் தோன்றுவதில்லை. பூமி தட்டையாயிருந்தால் இவ்விரு மீன் கூட்டங்களும் எல்லா இடங்களிலும் தெரியவேண்டும்.

இப்போது பௌதிக ஆராய்ச்சியின் விளைவாகப் பூமி உருண்டை உருவமானதுதான் என்பதற்குப் பல சான்றுகள் கிடைத்திருக்கின்றன. அகச் சிவப்புக் கதிர்களால் பாதிக்கக் கூடிய புகைப்படச் சாதனைகளின் உதவியால் பனியாலும், மூடு பனியாலும் மறைந்திருக்கும் பொருள்களையும், கட்புலனுக்கெட்டாத தொலைவிலுள்ள பொருள்களையும் தெளிவாகப் படங்கள் பிடிக்கலாம். மேற்கு அமெரிக்காவில் 331 மைல் குறுக்களவுள்ள ஒரு நிலப்பரப்பு அகச் சிவப்புக் கதிர்களைக் கொண்டு படம் பிடிக்கப்பட்டது: இது $4\frac{1}{2}$ மைல் உயரத்திலிருந்து எடுக்கப்பட்டது. பூமியின் பரப்பு வளைந்திருப்பதை இப்படத்தில் விளக்கமாகக் காணலாம்.

பூமி சுழல்கின்றது, அதாவது, தன்னைத்தான் சுற்றிக் கொள்ளுகிறதென்று நாம் அறிவோம். ஒரு சுழற்சியின் பொழுதை ஒரு நாள் என்கின்றோம். பூமி இடைவிடாமல், நொடிப் போதும் தவறாமல் சுழன்று கொண்டே இருக்கின்றது. சூரியனும், சந்திரனும், மீன்களும், கோள்களும், கிழக்கில் உதிப்பதும், வானவீதியில் மிதந்து, மேற்கில் மறைவதும் தொன்று தொட்டு மனிதன் காணும் காட்சியாகும். பண்டைய கால மக்கள் பூமி வானத்தின் மத்தியில் தட்டையாகத் தங்கி இருப்பதாகவும், அதைச் சுற்றி வானம் உருண்டு கொண்டே இருப்பதாகவும், அதனால்தான் அண்ட கோளங்கள் கிழக்கிலிருந்து மேற்கில் சுற்றி வருகின்றன வென்றும் நம்பியிருந்தனர். இக்கொள்கை தவறானதென்றும், பூமி தன்னைத்தான் சுற்றி வருவதாற்றான் அவை கிழக்கு மேற்கில் செல்லுவதாகத் தோற்றுகிறதென்றும் நிரூபிப்பது இக்காலத்தில் மிக எளிதாகும்.

பிரபஞ்சத்தின் சத்துப் பொருளுக்கு ஒரு முக்கியமான பண்பு உண்டு. அது என்னவெனின், ஒரு நிலையிற்றங்கி இருக்கும் ஒரு பொருள் வேறொரு பொருளால் தாக்கப்பட்டாற்றான தன்னிலை விட்டுப் பெயரும். அதைப் போலவே இயங்கிக் கொண்டிருக்கும், அல்லது ஓடிக் கொண்டிருக்கும் ஒரு பொருள் வேறொரு பொருளால் பாதிக்கப்பட்டாற்றான் தன்னோட்டத்தினின்றும் ஓயும்,

அல்லது ஓடும் திசை மாறும்; அப்படிப் பாதிக்கப்படாவிடின், நேர் முகமாக ஓடிக் கொண்டே இருக்கும். இப்பண்பிற்குப் பௌதிகத்தில் "நிலைபபண்பு" (Inertia) என்று பெயர். இதனை முதன் முதல் உலகிற்கறிவித்தவர் கி. பி. முதல் நூற்றாண்டில் வாழ்ந்து வந்த "புளூடார்க்" என்ற அறிஞர். அவருக்குப் பின் 1500 ஆண்டுகள் கழிந்த பிறகு ஸர் ஐசக் நியூடன் பல சான்றுகளுடன் அதை விளக்கினர்.

நிலைப்பண்பு என்பதென்ன? இதனை ஒரு சிறு உதாரணத்தாலறியலாம். நாம் ஒரு மோட்டார் வண்டியில் வேகமாகச் சவாரி செய்து கொண்டிருக்கும்போது, சட்டென்று இஞ்சினது ஓட்டத்தை நிறுத்திவிடின், வண்டி நிற்பதில்லை. அது ஓடிக்கொண்டே தான் இருக்கிறது. "பிரேக்" போட்டபின் கொஞ்சம கொஞ்சமாகத் தான் வண்டி ஒரு நிலையில் வந்து நிற்கிறது. இஞ்சின் நின்று விட்டாலும், வண்டியில் உள்ள சத்துப் பொருளின் ஒவ்வொரு அணுவும ஓடிக்கொண்டே இருக்க விரும்புகிறது. பிரேக் போட்டதினுலோ, அல்லது காற்றின் உராய்வினுலோ வண்டி நிற்கிறது. வண்டி ஓடிக் கொண்டே இருக்கும்போது வண்டியைத் திருபப வேண்டுமாயின், மெதுவாக முன் சக்கரங்களைத் திருப்பவேண்டும். சட்டென்று அவற்றை நிறுத்துவோமாயின் வண்டி வளைந்து கொடுக்காமல் நேராகவே ஓடித்தலை கீழாகக் கவிழ்ந்து விடும். இப்பண்பினைப் பற்றி நாம் நன்கு உணர்ந்து கொள்ளுதல் இன்றியமையாததாகும். ஏனெனில், இதைக் கொண்டுதான் பூமியின் சுழற்சி விளக்கிக் காட்டப்பட்டது.

சுவரில் மாட்டியிருக்கும் கடிகாரத்தின் "பெண்டுலத்தை" நாம் அனைவரும் பார்த்திருக்கிறோம். பெண்டுலம் என்பது ஒரு கம்பியில் அல்லது கயிற்றில் கட்டப்பட்டுத் தொங்கும் ஒரு உலோகக் குண்டு. ஆட்டி விட்டால் அது ஆடிக்கொண்டே இருக்கிறது. அதைப போலவே ஒரு நீண்ட கயிற்றில் மிகவும் பளுவான ஒரு இருப்புக் குண்டைக் கட்டித் தொங்கவிட்டு, அதை ஆட்டி விட்டால், பெண்டுலம் போல அது ஆடிக் கொண்டே இருக்கும். அந்தக் குண்டு ஒரு திசையிலிருந்து எதிர்த் திசைக்குப போய்ப் போய் வந்து கொண்டிருக்கிறது. கயிற்றின் மேல் முனையை எத்திசையிற் திருப்பினும், பெண்டுலம் ஆடும் திசைகள் மட்டும் மாறுவதில்லை.

சிறிய பெண்டுலம் காற்றின் உராய்வினுல் நின்று விடுகிறதாகையால் சோதனைக்கு மிகவும் பெரியதொரு பெண்டுலம் தேவையாயிருக்கிறது. ஒரு பெரிய பெண்டுலத்தை மிகவும் உயரமான ஒரு வீட்டின் கூரையில் கட்டித் தொங்க விடுவோம். வெளியே சற்றுத் தூரத்தில் காணப்படும் ஒரு மரத்தை நோக்கிப் பெண்டுலத்தை ஆட்டி விடுவோம். பெண்டுலம் மரத்தை நோக்கிப் போவதும், திரும்பி நம் பக்கம் வருவதும் என இவ்வாறு ஆடிக் கொண்டே இருக்கிறது. அதனுடைய திசை மாறுவதில்லை.

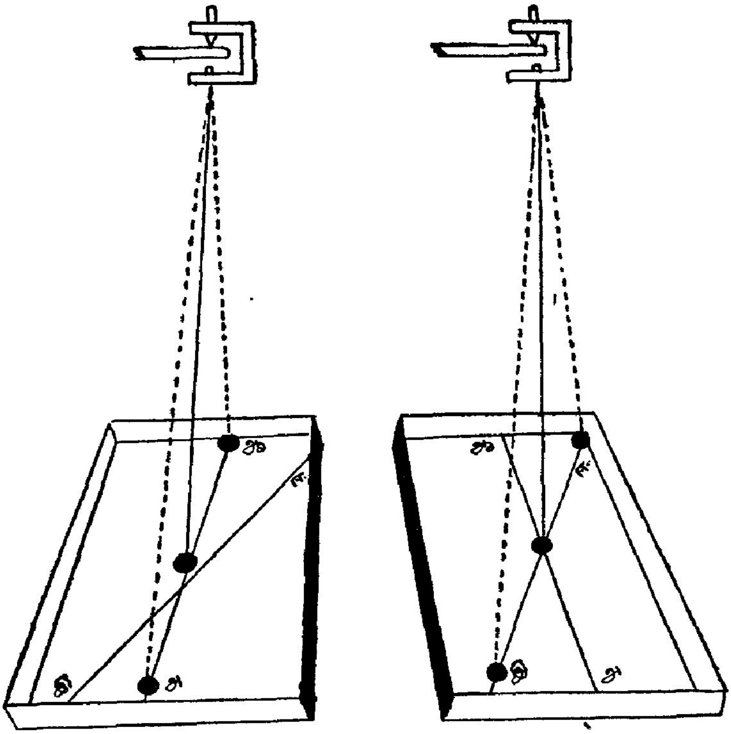
ஆனால் சிறிது நேரத்தில் அது ஆடும் திசை மாறித்தான் தோன்றுகின்றது. முதன் முதல் நாம் ஒரு மரத்தை நோக்கி அதை இழுத்து விட்டோமல்லவா? இப்போது அந்தமரம் அந்தத் திக்கிலிருந்து சிறிது அப்பால் நகர்ந்து காணப்படுகின்றது. பெண்டுலந்தான், நிலைப் பண்பின்படி, தன் திசையில் மாறுவ தில்லையே, மரம் எப்படி நகர்ந்தது? உண்மையில் திசை மாறியது பெண்டுலம் அல்ல; மரந்தான். பூமி, தன் சுழற்சியில், மரத்தை அப்பால் நகர்த்திச் சென்றுவிட்டது.

நம் பெண்டுலத்தை எடுத்துக்கொண்டு வடதுருவம் செல்லு வோம். அங்கே இச்சோதனையைச் செய்வோம் அவ்விடத்தில் பூமி யைச் சற்று மறந்து, வானத்திலுள்ள ஒரு மீனை, உதாரணமாக சுவாதியை, நோக்கிப் பெண்டுலத்தை இயக்குவோம். பெண்டுலம் சுவாதியை நோக்கியும், அதன் எதிர்ப் புறத்திலுமே ஆடிக்கொண் டிருக்கின்றது. இதனால் சுவாதி இடமாறாமல் நிலைத்திருக்கிறது என்று தெரிகிறது. இப்போது பூமியை நோக்குவோம், பெண்டுலம் மட்டிலும் திசை மாறாமல் ஒரே நேர்க் கோட்டில் ஆடிக் கொண்டிருக்க, பூமி பெண்டுலத்தைச் சுற்றிச் சுற்றி வந்து கொண்டிருக்கிறது. பூமியின் ஒரு குறிப்பிட்ட இடம் பெண்டு லத்தை ஒரு முறை சுற்றிவர 23 மணி, 56 நிமிஷங்கள், 4·1 விநாடி கள் செல்லுகின்றன.

இச்சோதனைக்குப் "போகால்ட் சோதனை" (Foucault's Experiment) என்று பெயர். போகால்ட் என்ற பிரஞ்சு நாட்டுப் பௌதிக விஞ்ஞானி 1852-ஆம் ஆண்டில் பாரிஸ் நகரத்தில் பொது மக்க ளுக்கு இச்சோதனையைச் செய்துகாட்டினார். பெண்டுலம் ஒரே திசையில் ஆடிக் கொண்டிருக்க அதைச் சுற்றியிருந்த தாம் திசைமாறிக் கொண்டிருந்த விந்தையைக் கண்டு களித்த ஆயிரக் கணக்கான மக்கள் தங்களடிகளின் கீழ்ப் பூமி திரும்பின சலனத் தையே உணர்ந்ததாகக் கூறினர் என்று சொல்லபபடுகின்றது.

இச்சோதனையால் பூமி சுழல்கிறது என்ற உண்மை விஞ் ஞான முறையில் உறுதி செய்யப்பட்டது. (படம் 20-ஐப்பார்க்க).

பூமி முற்றிலும் உருண்டையல்ல என்று முன்னமே அறிந் தோம். இது வெகு வேகமாகச் சுழன்று கொண்டிருப்பதால் இத னுடைய மத்திய ரேகைப் பிரதேசங்களில் சிறிது உப்பி இருக் கிறது. பூமியிலடங்கியுள்ள சத்துப் பொருளின் ஒவ்வொரு அணு வும், பூமி சுழலும்போது, அதனுடைய மையத்திலிருந்து செங்குத் தாக வெளியே தள்ளபபடுகின்றது. இதை ஒரு உதாரணத்தால் அறியலாம் ஒரு கயிற்றின் ஒரு முனையில் ஒரு கல்லைக்கட்டி, மற் றொரு முனையைக் கையாற் பற்றிக் கரகரவென்று சுழற்றினால், நம் கையிலுள்ள கயிற்றை ஏதோ ஒரு சக்தி இழுப்பதை யுணர்கின் றோம். கல் அதிகப் பளுவானதாக இருப்பின், இழுப்பின் வன் மையும் அதிகமாக இருக்கும். அதுமட்டுமின்றிக் கயிறு உறுதி




படம் 20

**போகால்ட் பெண்டுலம்**

*பூமியின் சுழற்சி விளக்கப்படுகிறது. இடது படத்தில் முதலில் பெண்டுலம் 'அ'-விலிருந்து 'ஆ'-விற்கு ஆடுகிறது. பிறகு வலது படத்தில் மெதுவாக அது ஆடும் திசை மாறி 'இ'-யிலிருந்து 'ஈ'-க்கு ஆடுகிறது. உண்மையில் பெண்டுலம் ஆடும் திசை மாறவில்லை. அடியிலுள்ள அறைதான் சுழன்றுவிட்டது.*

மாக இருந்து, சுழற்றும் வேகமும் கடுமையாக இருப்பின், கயிற்றின் இழுபபு இன்னும் அதிகமாக இருக்கும் இழுக்கும் இச்சக்திக்கு "மைய விரிவு" (Centrifugal Force) என்று பெயர். பூமி திடரூபத்தில் இருப்பதால் இச்சக்தியின் விளைவை அதிகமாகக் காணக்கூடவில்லை. அதனுடைய மததிய பாகங்கள் ஒரு சிறிதே உப்பி இருக்கின்றன. ஆனால் வாயு ரூபத்திலுள்ள வியாழன், சனி ஆகிய கோள்களின் உடலமைப்பில் இச்சக்தியின் விளைவை நன்கு அறியலாம். அவற்றின் மத்தியப் பிரதேசங்கள் மிகமிக அதிகமாக உப்பி இருக்கின்றன.

மேலே உள்ள பொருள்கள் யாவற்றையும் தன்னை நோக்கி வலிக்கும் பூகவர்ச்சிக்கும் மையத்திலிருந்து விரிந்து ஓடும் மைய விரிவுக்கும் எப்போதும் ஒரு போர் நிகழ்ந்து கொண்டே இருக்

கிறது. அப்போரில் பூகவர்ச்சி வெற்றியடைவதால், பூமி சுழலும் போது அதன் மேலுள்ள பொருள்கள் வானத்தில் வீசியெறியப் படுவதில்லை. பூமி மத்திய ரேகைக்கருகில் மணிக்கு ஆயிரம் மைல் வேகத்தில் சுழலுகிறது. திடுமென இது மணிக்குப பதினேழா யிரம் மைல் வேகத்தில் சுழலத் தொடங்குமாயின், சுழற்சியின் நேரம் 24 மணியிலிருந்து 85 நிமிஷங்களாகக் குறைந்துவிடும். அப் போது அவ்விடங்களிலுள்ள பொருள்கள் யாவும் பூமியை விட்டுப் பறந்து போய்விடும். ஏனெனில் அவ்வளவு வேகத்தில் மைய விரிவு பூகவர்ச்சியின் மேல் வெற்றியுறுகிறது. ஆனால் இத்த கைய விபத்து என்றேனும் நேரிடுமோ என்று நாம் அஞ்ச வேண்டுவதில்லை. பூமியின் சுழற்சி எக்காரணத்தைக் கொண்டும் எக்காலத்திலும் அதிகரிக்காது. மற்றும் பூகவர்ச்சி மையவிரிவை விட அதிக ஆற்றலுடையதாக உள்ளது. அப்படி இல்லாவிடின், பூமியும் மற்றக் கோள்களும் சூரிய மண்டலத்தை விட்டுப் பறந்து போயிருக்கும்! அண்டபிரண்டங்கள் எல்லாம் பிரபஞ்ச வெளி யில் நிலை தடுமாறி ஒன்றோடொன்று மோதி வெடித்து அழிந்து போம்.

ஒரு சத்துப் பொருளின் பரிமாணத்துக்குத் தக்கபடி அதன் கவர்ச்சியின் அளவும் உள்ளதென்று முன்னம் அறிந்தோம். ஒரு பொருளின் பரிமாணம் இரட்டித்தால் அதனுடைய கவர்ச்சியும் இரட்டிக்கிறது. அது மும்மடங்கானல் அதன் கவர்ச்சியும் மும் மடங்காகிறது. ஆனல், கவர்ச்சிக்குட்பட்ட இரு பொருள்களின இடையிட்டத் தூரம் இரட்டிக்குமாயின், கவர்ச்சி நான்கில் ஒரு பங்காகக் குறைகிறது. அதாவது தூரம் அதிகமாக ஆகக் கவர்ச் சியும் குறைந்து கொண்டே வருகிறது. தூரம் மும்மடங்கானல் சக்தி ஒன்பதில் ஒரு பங்காகக் குறைகிறது.

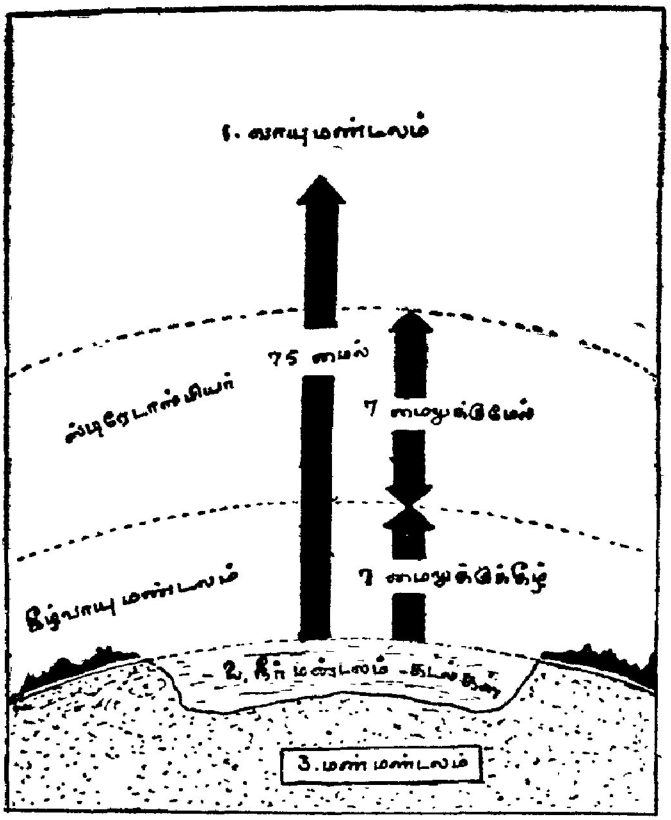
கவர்ச்சியினது இப்பண்பினுல், பூமியின் மேல் சில விந்தை யான நிகழ்ச்சிகளைக் காண்கின்றோம். பூமையத்துக்கும், பூமத்திய ரேகைக்கும் உள்ள தூரம் 3,963 மைல். பூமையத்திற்கும் ஒரு துருவத்துக்கும் இடையிலுள்ள தூரம் 3,949 மைல். எனவே ஒரு மனிதன் துருவத்தில் நிற்கும்போது பூமையத்திலிருந்து 3,949 மைல் தூரத்திலிருக்கிறன். அதே மனிதன் பூமத்திய ரேகைப் பிரதேசத்தில் நிற்கும்போது முன்னைவிட 14 மைல் அதிக உயரத் தில் நிற்கிறன். பூமத்திய ரேகையண்டை அவன் எடை 100 பவுண்டானல் துருவத்தில் 100½ பவுண்டு இருக்கும் என்று இவ் வத்தியாயத்தின் தொடக்கத்திலறிந்தோம். இதற்குக் காரணம் அவனுக்கும பூமையத்துக்கும் இடையிட்டத் தூரபேதங்கள் தான் என்று விளக்கமாகின்றது.

சூரிய மண்டலத்தைக் கட்டுப் படுத்துகின்ற கவர்ச்சியின் பேராற்றலைக் கண்டு நாம் பெரிதும் வியக்கின்றோம். இச்சக்திக்குப் பதில் வேறு பொருளைக் கொண்டு பூமியைச் சூரியனுடன் பிணிக் கும் ஆற்றல் நமக்கிருப்பின், 8000 அடி குறுக்களவும் 93 கோடி

மைல் நீளமும் உள்ள ஒரு இருப்புத் தூலம் நமக்குத் தேவையா யிருக்கும்!

## புரைகள்

சூரியனைப் போலவே பூமியையும் புரைகளாகப் பிரிக்கலாம். பூமி மூன்று புரைகளாக அமைந்திருக்கின்றது. அவை முறையே வாயு மண்டலம், நீர் மண்டலம், மண் மண்டலம் என்பனவாம்.




படம் 21
பூமியின் புரைகள்

பூமியைச் சுற்றி வாயு மண்டலம் கவிந்து கொண்டிருக்கிறது. எவ்வளவு உயரம் வரையில் காற்று பரவி நிற்கிறது என்று நாம் திட்டமாக அறியோம். எனினும் அதன் உயரம் 200 மைல்என்று தோராயமாகக் கொள்ளலாம். பூமிக்கடுத்து 6, 7 மைல் வரையில் "கீழ்வாயு மண்டலம்" இருக்கிறது. (படம் 21-ஐப் பார்க்க). அதற்கு மேல் 25 மைல் வரை பரவியுள்ள வாயு மண்டலத்துக்கு "ஸ்டிரேடாஸ்பியர்" (Stratosphere) என்று பெயர். கீழ்வாயு மண்டலத்திற்றான் மேகங்களும், காற்றுகளும், தட்பவெப்ப மாறுபாடு

களும் தோற்றுகின்றன. ஸ்டிரேடோஸ்பியரில் அத்தகை மாறுபாடுகள் ஒன்றேனும் கிடையாது. அங்குள்ள தட்ப வெப்பத்தின் அளவு - 67°F. (தண்ணீர் பனிக்கட்டியாக மாறுவதற்கு 32°F போதுமானது. ஸ்டிரேடோஸ்பியரின் தட்ப வெப்பம் அதைவிட 100 டிகிரி குறைந்துள்ளது!)

வாயு மண்டலத்துக்கும் பளு உண்டு. கடல் மட்டத்தில் ஒரு சதுர அங்குல இடத்தில் உள்ள காற்றின் எடை 14·7 பவுண்டு. இவ்வளவு பெரிய கனத்தை நாம் உணர்வதில்லை. ஏனெனில் இயற்கையில் அதைத் தாங்கிக் கொள்ளக் கூடியவாறு நம் உடலின் கூறுகள் அமைந்துளளன. வாயு மண்டலத்தின் மேற்புறம் செல்லச் செல்லக் காற்றின் அழுத்தமும் குறைந்து கொண்டே போகிறது. அங்கு பிராணவாயுவும் போதிய அளவில் கிடைப்பதில்லை. எனவே ஸ்டிரேடோஸ்பியரில் பறக்க விரும்பும் விமானிகள் தங்கட்கு வேண்டிய அளவு பிராணவாயுவைத் தம்முடன் எடுத்துச் செல்லுகின்றனர்.

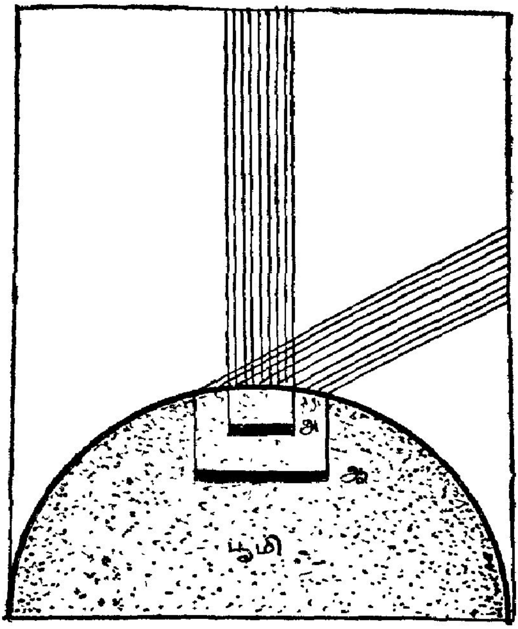
பூமியினது வாயுமண்டலம் படைப்பு விசித்திரங்களுள் ஒன்று. இயற்கையன்னை நமக்குக் காவலாக அமைத்த அன்பளிப்பாகும். அது பூமிக்கு ஒரு கவசம் போன்று உதவுகின்றது. அதற்கு ஏற்படக் கூடிய பல தீங்குகளினின்றும் அதைக் காப்பாற்றுவது வாயு மண்டலந்தான்.

வாயு மண்டலம் பளிங்கு போன்றது. அதன் மூலம் அதற்கப்பாலுள்ள பொருள்களைத் தெளிவாகக் காணக்கூடும். ஆனால் சூரியனிடமிருந்தும், விண்மீன்களிடமிருந்தும் நம்மை நோக்கிப் பாய்ந்து வரும ஒளி முழுவதையும் நாம் பெறுவதில்லை. அதனின்றும் ஒரு பகுதி வாயுமண்டலத்தினல் தடைபட்டுப் போகிறது. 7-ஆம அத்தியாயத்தில் ஒளிக்கதிர் என்பது பல அலை நீளங்களைக் கொண்ட ஒரு கலவை எனஅறிந்தோம். சூரிய ஒளியில் கலந்துள்ள மிகமிக நுண்ணிய கதிரலைகளும், மிகமிக நீளமுள்ள கதிரலைகளும் நம் கண்களுக்குப் புலனுவதில்லை. ஏனெனில் இவ்வலைகளெல்லாம் வாயுமண்டலத்தினல் தடைபட்டுப் போகின்றன. இவை யாவும் திடீரென்ற வாயுமண்டலத்தில் நுழைந்து நம்மைத் தாக்குமாயின், நாம் அவற்றின் அளவற்ற வெப்பத்தால் வெந்து, கருகி சாம்பராய் விடுவோம். அப்போது அக்கதிர்கள் நம் கட்புலனுக்கு அகப்படாவாகையால், நாம் ஏன் எரிக்கப்படுகிறோமென்று நமக்குத் தெரியாது. நல்வாய்ப்பின் பயனுக, நம்மையடையும் ஒளிக்கதிர்கள் பெருமபாலும் நம் கண்களாற் காணக் கூடியவையேயாம்.

அதிகாலையிலும், மாலையிலும், சூரியன் அடிவானத்தின் கீழுள்ளபோது வானத்தில் முகிற் கூட்டங்களில் தோன்றும் வர்ண ஜாலங்களைக் கண்டு நாம் களிப்பெய்துகின்றோம். சூரியன் உதிக்கும்போதும், மேல் வானில் மறையும்போதும் தன் பேரொளியை இழந்து விடுகிறது. அதன் பிம்பம் அகன்று காட்டுகிறது; சில

சமயங்களில் அது நீண்டு முட்டை போலவும் தோற்றுகின்றது. செக்கச் செவேலெனச் சிவந்த சூரியனுடைய உதய அஸ்தமனக் காட்சிகளைக் கண்டு அவற்றினது பேரெழிலில் மயங்கிய கவிஞர்களின் உள்ள எழுச்சியிற் பிறந்த கவிகளையும் கவிதைகளையும் உலக மொழிகள் யாவற்றிலும் காண்கின்றோம். எழிலோங்கும் இக்காட்சிகட்கெல்லாம் காரணம் வாயுமண்டலந்தான்.

வாயு மண்டலத்தின் மூலம் நுழைந்து வரும்போது சூரியனுடைய ஒளிக்கதிர்கள் பல மாறுபாடுகளையடைகின்றன. அவற்றினின்றும் மிக நுண்ணிய அலை நீளங்களைக் கொண்ட ஊதா, நீலம் ஆகிய கதிர்கள வாயு மண்டலத்தினால் தடுக்கப்பட்டுச் சிதறிப்போய் விடுகின்றன. நீண்ட அலை நீளமுள்ள செங்கதிர்கள் மட்டிலும் நம் கட்புலனுக்கெட்டுகின்றன. காலையிலும் மாலையிலும் சூரியனுடைய கதிர்கள் மிகவும் அதிகமான தடிப்புள்ள வாயு மண்டலத்தில் நுழைந்து வருகின்றனவாகையால், அக்காலங்களில் அதிகமாகப் பாதிக்கப்படுகின்றன. எனவே சூரியனின் நிறம் சிவப்பாகக் கண்களுக்குத் தெரிகிறது. உச்சி வேளையில் வரும் கதிர்கள் குறைந்த அளவுள்ள வாயு மண்டலத்தில் நுழைந்து வருவதால், அதிகமாகப பாதிக்கப்படாமல் சூரியன் கண்களுக்கு வெண்மையாகவே காட்சியளிக்கிறது. (படம் 22-ஐப் பார்க்கவும்)




படம் 22

**வாயு மண்டலம் ஒளியைச் சிதறுதல்**

உச்சியிலிருந்து 'அ' என்னும் இடத்தில் நேராக விழும் சூரிய ஒளிக்கதிர்கள் வெண்மையாக இருக்கின்றன. காலையிலும் மாலையிலும் சாய்ந்துவிழும் சூரிய ஒளிக்கதிர்கள் செந்நிறத்துடன் தோற்றமளிக்கின்றன.

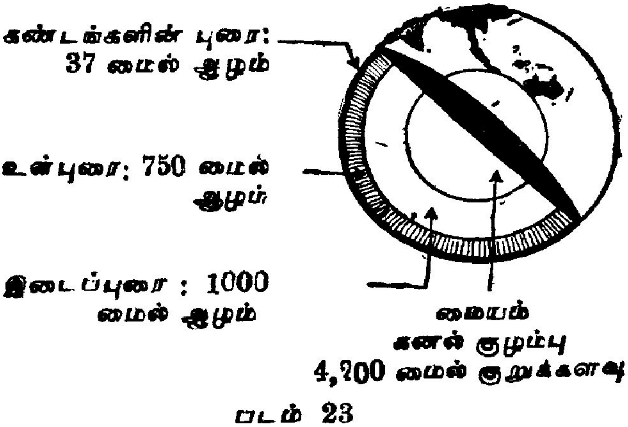
பகற்போதில் சூரிய ஒளியினின்றும் சிதறிச் சென்ற நீலம், ஊதா ஆகிய நுண்ணலை ஒளிக்கதிர்கள் வாயுமண்டலத்தில் பரவி யுள்ளப் புழுதி யணுக்களின் மேற்படுவதாறுன் பகலில் வானமெங்கும் நீல நிறமாக இருக்கிறது. வாயு மண்டலம் இன்றேல், பட்டப் பகலில் வானம் கருத்திருக்கும்; மீன் கூட்டங்கள் கண்களுக்குத் தெரியும். சூரியன் உதிப்பதற்கு முன்பு, கீழ்வானம் வெளுப்பதும், மெல்ல மெல்ல இருளை ஓட்டிக்கொண்டு சூரியன் எழுவதும், மாலையில் சூரியன் மறைந்த பிறகும் மெல்ல மெல்ல

இளையிருள் பரந்து, இறுதியில் இரவு வந்து கவிந்து கொள்ளுவதும் வாயுமண்டலத்தினுற்ருன்.

சூரியன் அல்லது சந்திரன் உதிப்பதற்குச் சற்று முன்பே அவற்றின் பிம்பத்தை நாம் காண்கின்ருேம். அதைப் போலவே மேல் வானில் அவை மறைந்த பிறகும் சிறிது நேரம் அவற்றின் பிம்பம் நம் கண்களுக்குத் தெரிகின்றன. இதற்குக் காரணம் வாயு மண்டலந்தான். ஒளிக்கதிர்கள் அதன் மூலம் நுழைந்து வரும் போது சிறிது வளைந்து கொடுக்கின்றன. ஒரு தண்ணீர்த் தொட்டியில் ஒரு கழியை நுழைத்தால் நீர் மட்டத்துக்குள் அக்கழி வளைந்தது போல் தோற்றுகிறதல்லவா? வாயு மண்டலத்துக்கும், தண்ணீர்க்கும் பொதுவாக உள்ள இபபண்பிற்குக் "குவாயு" (Refraction) என்று பெயர். சூரியோதயத்தையும், அஸ்தமனத்தையும் பிழையின்றிக் கணிக்கவேண்டுமாயின், குவாயுவினுல் உண்டாகும் பொய்த் தோற்றத்தின் கால அளவையும் கணக்கிட்டுக் கொள்ள வேண்டும்.

மேலே 15 முதல் 25 மைல் வரையில் ஓஜோன் (Ozone) என்ற ஒருவகை வாயு கலந்திருக்கிறது. சூரிய ஒளியிலுள்ள புற ஊதா கதிர்களில் பெரும்பகுதியை இவ்வாயு தடை செய்து விடுகிறது. இதனின்றும் தப்பித்து வரும் ஒரு சிறிது கதிர்கள் நம் உயிர் வாழ்விற்குப் போதுமானவை. எல்லா புற ஊதா கதிர்களும் தடையுருமல் நம்மைத் தாக்குமாயின் நம் உடல் கரிந்துபோம்.

ஒவ்வொரு நாளும், இரவும் பகலும், ஆயிரக்கணக்கான எரிமீன்கள் நம் பூமியை நோக்கி விழுகின்றன. அவையாவும் பூமியைச் சுற்றியுள்ள வாயுமண்டலமாகிய வலையிற் பிடிபடுகின்றன. அக்கற்கள் ஒரு துப்பாக்கிக் குண்டைவிடப் பல நூறுமடங்கு வேகத்தில் பூமியின் கவர்ச்சியால் இழுக்கப்படும்போது, வாயுமண்டலத்தில் சிக்குண்டு, உராய்ந்து, எரிந்து சாம்பராகி விடுகின்றன. வாயு மண்டலத்தினுற் தடைப்படாமற் போனுல் அவ்வளவு கற்களும் நம்மீது தாக்கி நம் உயிர்க்கு ஆபத்து விளைவிக்கும்.




படம் 23
பூமியின் குறுக்குத் தோற்றம் புரைகள்

நீர்மண்டலம் : பூமியின் மேற்பரப்பில் முக்கால் பகுதிக்கு மேல் கடல் பரவியிருக்கிறது. வாயு மண்டலத்தைப்

போல் நீர்மண்டலத்துக்கும் பளு உண்டு. ஒரு சதுர அங்குல விஸ்தீரணமும் ஆயிரம் அடி உயரமுமுள்ள கடல் நீரின் எடை 437 பவுண்டு. கடல் மட்டத்துக்கு ஆயிரம் அடி ஆழத்தில் வசிக்கிற உயிர் வகைகளின் உடல்கள் இவ்வளவு பளுவைத் தாங்கிக்கொள்ளுமாறு அமைந்துள்ளன.

பூமியின் மேலுள்ள கடல்களின் மொத்தப்பரப்பு 13,94,40,000 சதுரமைல். இவற்றின் சராசரி ஆழம் $2\frac{1}{2}$ மைல். மிகமிக ஆழமான இடங்கள் பசிபிக் கடலிற்றான் உள்ளன. "பிலிப்பைன் டீப்" என்ற ஒரு இடம் 35,400 அடி ஆழம் உள்ளது.

**மண் மண்டலம் :** (23-ஆம் படத்தைப் பார்க்க). இம்மண்டலம் 4 புரைகளாக அமைந்துள்ளது. பூமியின் மையத்திலிருந்து வெளிப்படும் சில சக்திகளினால் மேற்புரை சிற்சில சமயங்களில் உடைபடுகின்றது. அந் நிகழ்ச்சியைத்தான் நாம் பூகம்பம் என்கின்றோம். மேற்புரையும் இருவகையாகக் காணப்படுகின்றது. மேல்பாதி புரைக்குக் "கண்டங்களின்புரை" என்றும், கீழ்ப்பாதி புரைக்குச் "சிறுபுரை" என்றும் பெயர். கண்டங்களின் புரை கருங்கற்களாலானது. இது தண்ணீரைவிட 2·75 திண்மை யுடையது. இதுதான் நிலப்பரப்புகட்கெல்லாம் அடிப்படையாக நிற்கிறது. சிறுபுரையின் திண்மை 3·3. அது பெரும்பாலும் பாசால்ட் என்ற உப்புக் கலந்தது. இப்புரையின் மேல் கடல்கள் தங்கியுள்ளன. இதனுடைய தடிப்பு 37 மைல். பூமியினது மேற்புரையின் பரப்பு எங்கும் சமமாக இல்லை; மேடுபள்ளமாக இருக்கிறது. மேடுகள் எல்லாம் மலைகள். இவற்றின் மிக உயர்ந்த சிகரங்கள் இமயமலைத் தொடர்களிற்றான் உள்ளன. எவரெஸ்ட் என்ற சிகரம் உலகிலேயே மிகவும் உயர்ந்த சிகரம் என்று பெயர்பெற்றிருக்கிறது. பள்ளத்தில் மிகத்தாழ்ந்தது பிலிப்பைன் டீப். எனவே எவரெஸ்டின் உச்சியிலிருந்து பிலிப்பைன் டீப்பின் அடிவரையில் அளவெடுத்தால் 10 மைல்களுக்கு மேலாகிறது.

மேற்புரைக்கு அடுத்துள்ள உட்புரை சுமார் 750 மைல் தடிப்பு உள்ளது. இது மிகவும் கருப்பாயுள்ள கற்பாறைகளாலானது. இதற்கடுத்த புரைக்கு இடைப்புரை என்று பெயர். இதன் தடிப்பு 1000 மைல். அது பெரும்பாலும் இரும்புகலந்த பளுவான கற்பாறைகளைக் கொண்டுள்ளது. அதற்கும் உட்புறத்தில், அதாவது 4,200 மைல் குறுக்களவில் இரும்பும் நிக்கலும் கலந்த கனல்குழம்பு நிறைந்திருக்கிறது.

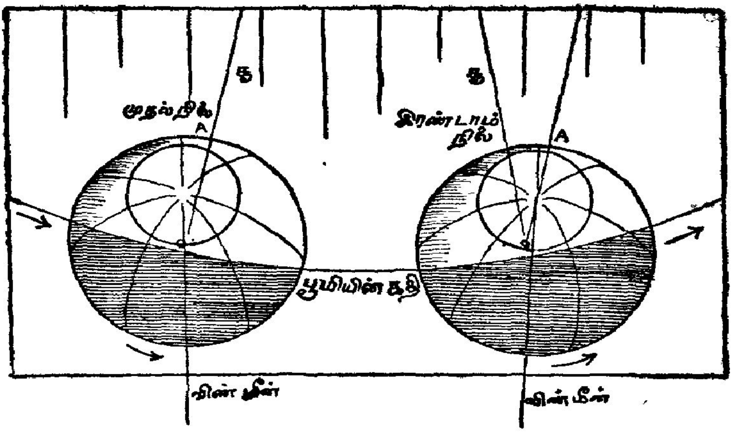
பூமியின் இரசாயனக்கூறுகள் பலவகையாக அமைந்திருக்கின்றன. ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு கற்பாறையின் சத்துக் பொருளைப் பின்வருமாறு பிரிக்கலாம் :—

| | |
|---|---|
| அலுமினியம் ஆக்ஸைட் | 15·00% |
| சிலிக்கன்டை ஆக்ஸைட் (Silican Dioxide) | 66·7 % |
| இரும்பு ஆக்ஸைட் (Iron Oxide) | 4·41% |
| சுண்ண ஆக்ஸைட் (Calcium oxide) | 3·4 % |
| சோடியம் ஆக்ஸைட் (Sodium oxide) | 3·07% |
| பொட்டாசியம் ஆக்ஸைட் (Potassium oxide) | 3·5 % |
| மற்றக் கலவைகள் (other compounds) | 3·92% |
| | 100·00 |

**கால அளவைகள் :** பூமியின் ஒரு சுழற்சியின் கால அளவை ஒரு நாள் என்றும், அது சூரியனை ஒரு முறை சுற்றிவருவதற்கான கால அளவை ஓராண்டெனவும், ஓர் ஆண்டின் பன்னிரண்டின் ஒரு பகுதியை ஒரு மாதம் எனவும் நாம் கூறுகிறோமல்லவா? பூமியினது இயக்கங்களால் காலம் எவ்வாறு அளக்கப்படுகிறது என்பதை இப்போது நோக்குவோம்.

**நாள் :** ஒரு நாள் என்றால் என்ன ? ஒரு விண்மீனைக் குறிப்பிட்டுக் கொள்ளுவோம். திருவாதிரை என்ற மீன் நமக்கு உச்சியில் செல்லுவதால் அதையே குறித்துக்கொள்ளுவோம். ஒரு இரவு 8 மணிக்கு அது நேர் உச்சிக்கு வருகிறது என்று கொள்ளுவோமாயின், மறுநாள் இரவு மீளவும் அது உச்சியைச் சரியாக 8 மணிக்கு வருவதில்லை; 7 மணி 56 நிமிடங்களுக்கே வந்து விடுகிறது. ஒரு நட்சத்திரத்தைக் கொண்டு கணக்கிடுவோமாயின் பூமி ஒரு முறை சுழல 23 மணி 56 நிமிஷங்களே ஆகின்றன. ஆனால் நாம் ஒரு நாளுக்கு 24 மணி என்றல்லவா கணக்கிடுகிறோம் ? இக்கணக்குச் சூரியனுடைய போக்கைக்கொண்டு எடுக்கப்படுகிறது. சூரியனின் பிம்பத்தினது மையம் இன்று உச்சிவானைச் சரியாகப் பன்னிரண்டு மணிக்கு எய்தினால், அதே நேரத்திற்கு மறுநாளும் அது உச்சியையடையும். ஒரு விண்மீனைக் கொண்டு கணக்கிடும் நாட்பொழுதுக்கும், சூரியனைக் கொண்டு கணக்கிடும் நாட்பொழுதுக்கும் உள்ளபேதம் 4 நிமிஷங்கள்.

விண்மீனைக்கொண்டு அளவிடும் நாளுக்கு "**நட்சத்திர நாள்**" (Sidereal day) என்றும், சூரியனைக்கொண்டு அளவிடும் நாளுக்குச் **சௌரநாள்** (Solar day) என்றும் பெயர். இவ்விருவகை நாட்களுக்குமுள்ள பேதத்திற்குக் காரணம் என்னவென்பதைப் பார்ப்போம்.




படம் 24

நட்சத்திர நாளும் சௌர நாளும்

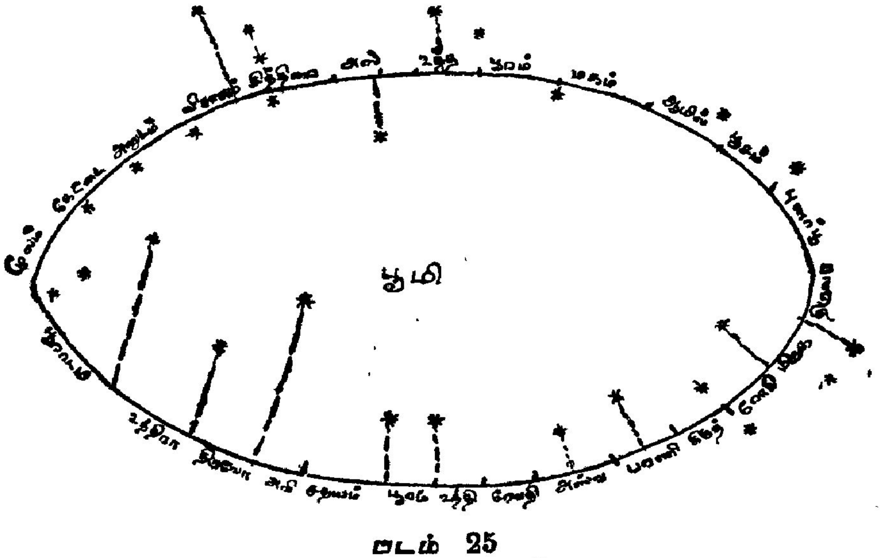
படம் 24-ஐப் பாருங்கள். இப்படத்தில் பூமியின் இரண்டு நிலைகள் காட்டப்படுகின்றன. பூமி சூரியனைச் சுற்றிவரும்போது முதல் நிலையைவிட்டு ஒருநாள் கழித்து இரண்டாம்நிலையை அடைகிறது. படத்தில் சூ-O-என்ற இரு கோடுகளும் உச்சிக்கோடுகள் (Meridians). பூமியின் முதல் நிலையில் உச்சிக்கோடானது சூரியன்—பூமி இவற்றின் மூலமாகச் சென்று ஒரு விண்மீனைத் தொடுகிறது என்று வைத்துக்கொள்ளுவோம். பூமி ஒரு முறை சுழன்று இரண்டாம் நிலை எய்துகின்றது. அதற்குள் அது தன் கதியிலும் சிறிது தூரம் பெயர்ந்து சென்றுவிடுகின்றது. முதல் நிலையிலிருந்து உச்சிக்கோடும் ஒரு சுற்றுச் சுற்றி, இரண்டாம் நிலைக்கு வந்து முந்தின நிலைக்குச் சமகோடாக நிற்கின்றது. இப்போது கூட தொலைவிலுள்ள விண்மீன் பழையபடியே உச்சிக் கோட்டின் ஒரு முனையில் தொட்டுக்கொண்டிருக்கிறது. ஆனால் அக்கோட்டின் மற்றொரு முனை சூரியன்மூலம் செல்லவில்லை; பூமி இன்னும் சிறிதுதூரம் சுழன்றால்தான் உச்சிக்கோடு சூரியன்மூலம் செல்லும். 4 நிமிஷங்கள் கழிந்தால்தான் பூமியின்சுழற்சி முடிவுபெறும்.

இந்த உதாரணம் நட்சத்திர நாளுக்கும், சௌரநாளுக்குமுள்ள காலபேதத்தை விளக்குவதோடு, பூமி சூரியனைச் சுற்றி வருவதை நிரூபிக்கவும் ஒரு சான்றாகின்றது.

மாதம் : அமாவாசையன்று சந்திரன் முழுவதும் மறைந்துவிடுகின்றது. அன்றைக்கு மூன்றாம் நாள்முதல் 14 நாட்கள்வரையில் கலைகலையாக வளர்ந்து, ஒருநாள் முழுமதியாகி, பிறகு சிறிது சிறிதாகத் தேய்ந்து மீளவும் அமாவாசையன்று முற்றிலும் மறைந்துவிடுகின்றது. இந்நிகழ்ச்சிக்கு 29½ நாட்கள் ஆகின்றன.

முற்கால மக்களில் பலர் இக் கால அளவையே ஒரு மாதமாகக் கொண்டனர். திங்களின் போக்கைப்பற்றி யமைக்கப்பட்ட கால அளவாதலின் அதற்கும் திங்களென்றே ஒரு பெயர் உண்டு. இந்த மாத அளவுக்குச் "சாந்திரமானம்" என்று பெயர். வான ஆராய்ச்சியில் சற்று முதிர்ச்சியடைந்த பண்டைய மக்களிற் சிலர் சூரியனுடைய போக்கைக் கொண்டு மாதத்தின் அளவைக் கணக்கிட்டனர். இந்த அளவுக்குச் "சௌரமானம்" என்று பெயர்.

**சௌரமானம் :** சூரியனும், சந்திரனும், கோள்களும் வானவீதியில் ஒரு குறிப்பிட்ட பாதையிலேயே செல்லுகின்றன. அந்த பாதையிற்றான் அசுவனி முதல் இரேவதி ஈறாக உள்ள இருபத்தேழு நாண்மீன்களும் அமைந்துள்ளன. இப்பாதைக்குக் "கிராந்திவட்டம்" (Ecliptic) என்று பெயர். இவ்வட்டத்தைச் சம அளவுள்ள 12 பகுதிகளாகப் பிரித்துக் கொள்ளுகிறோம். இப்பகுதிகட்கு இராசிகள் என்று பெயர். ஒரு வட்டத்தின் அளவு க்ஷேத்திரக் கணிதத்தின்படி 360° (அம்சங்கள்) ஆனபடியால் ஒவ்வொரு இராசியும் 30° அளவுள்ளதாகிறது. இந்த இராசிகள் முறையே, மேடம், இடபம், மிதுனம், கடகம், சிம்மம், கன்னி, துலாம், விருச்சிகம், தனுஸ், மகரம், கும்பம், மீனம் என்ற பெயர்களைக் கொண்டுள்ளன. படம்-25 கிராந்திவட்டத்தின் தோற்றத்தைக் காட்டுகிறது.



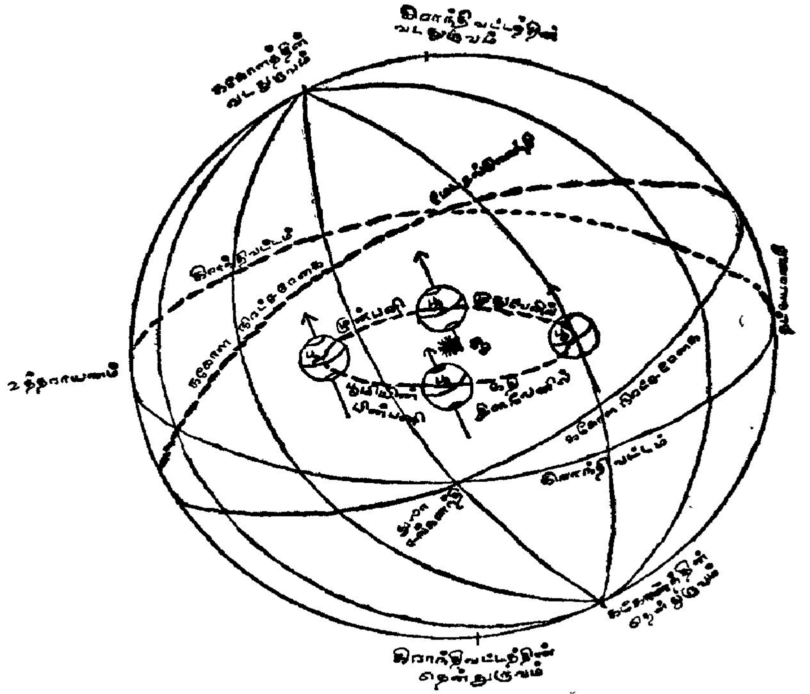

படம் 25
கிராந்தி வட்டமும் நாண்மீன்களும்

ஒரு இராசிக்கும் மற்றொரு இராசிக்கும் மத்தியில் நின்று அவற்றைப்பிரிக்கும் கோட்டுக்குச் "சங்கராந்தி" என்று பெயர். ஒரு சங்கராந்தி எந்த இராசியைத் தொடக்கிவைக்கிறதோ அதனுடைய பெயரையே ஏற்றுள்ளது. மீனத்துக்கும் மேடத்திற்

கும் இடையிலுள்ள சங்கராந்திக்கு மேட சங்கராந்தி என்றும், மேடத்திற்கும், இடபத்திற்கும் இடையிலுள்ளதற்கு இடப சங்கராந்தி என்றும், இவ்வாறே பன்னிரண்டு சங்கராந்திகட்கும் பெயர்கள் அமைந்துள்ளன. இப்பன்னிரண்டில் தைமாதம் முதற்தேதியான மகரசங்கராந்தியைப் பொங்கல்விழாவென்று தமிழ் மக்கள் கொண்டாடுவதை நாம் அறிந்துள்ளோம்.

சூரியன் ஒரு ஆண்டு கால அளவில், அதாவது 365¼ நாட்களில் இப்பன்னிரண்டு ராசிகளையும் ஒருமுறை சுற்றி வருகின்றான்.

கிராந்தி வட்டமானது வானநிரட்ச ரேகை வட்டத்திற்கு 23½° சாய்ந்து இருக்கிறது. (26-ஆம் படத்தைப் பார்க்கவும்). இக்காரணத்தால் சூரியன் ஆண்டு முழுதும் நேர்கிழக்கில் உதித்து நேர்மேற்கில் மறைவதில்லை; சில மாதங்கள் வடகிழக்கிலும், சில மாதங்கள் தென்கிழக்கிலும் உதிக்கிறது.




படம் 26

ககோளம்

கிராந்திவட்டம் நிரட்சரேகையை மேட சங்கராந்தியிலும் துலா சங்கராந்தியிலும் சந்திக்கிறது. அதாவது அவ்விரு நாட்களில் சூரியன் நேர்கிழக்கில் உதித்து, நிரட்சரேகைவழியே

வானத்தைக் கடந்து, மேல்மேற்கில் மறைகிறது. மேட சங்கராந்தியில் சூரியபிம்பத்தின் மையம் எந்த விநாடியில் வருகிறதோ அப்பொழுதுதான் புத்தாண்டு பிறப்பதாக நாம் கொள்ளுகின்றோம். மேட சங்கராந்திக்கு வானசாஸ்திரத்தில் "மேடராசியின் முதற்பாதம்" (First point of Aries) என்றும், 'வசந்தசம்பதம்' (Vernal Eqniox) என்றும் பெயர். துலா சங்கராந்திக்கு "சரத் சம்பதம்" (Autumnal Equinox) என்று பெயர். கிராந்திவட்டமும் நிரட்ச ரேகையும் சந்திக்கின்ற இடங்களான இவ்விரு சங்கராந்திகளுக்குக் "கிராந்திபாதம்" என்றும் பெயர்.

சூரியன் மேடசங்கராந்தியிலிருந்து புறப்பட்டு, ஒரு நாளைக்கு ஒரு அம்சமாக, 30 அம்சங்களைக் கடந்து இடப சங்கராந்தியைச் சார்கிறது. ஒரு சங்கராந்திக்கும் மற்றொரு சங்கராந்திக்கும் இடையிலுற்றக் கால அளவுக்குத்தான் ஒரு "மாதம்" என்று பெயர். சூரியனுடைய போக்கைப்பற்றி நிற்றலால் இதற்குச் "சௌரமாதம்" என்று பெயர்.

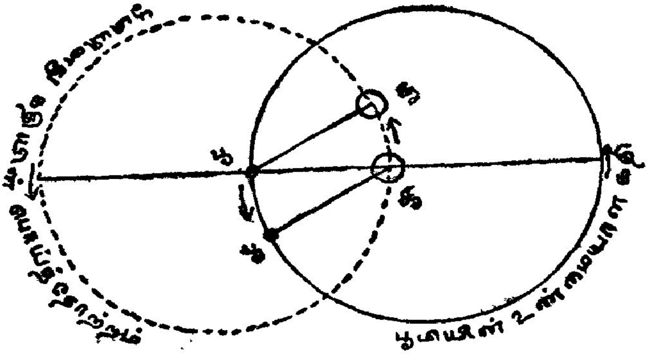
சூரியபிம்பம் ஒரு இராசியைவிட்டு மற்றொரு இராசிக்கு ஒரு நாளில் எந்த விநாடியினும், இரவிலோ, பகலிலோ, கடக்கக்கூடுமாகையால் மாதம் இரவில்கூடத் தொடங்கும். எந்த இராசியில் சூரியன் தங்கியுள்ளதோ, அந்த இராசியின் பெயரே அதற்கு இடப்பட்டுள்ளது. இரவி, (சூரியன்) மேடத்தில் இருக்கும்போது, அம்மாதத்திற்கு மேடரவி என்று பெயர். அவ்வாறே பன்னிரண்டு மாதங்களும் பன்னிரண்டு இராசிகளின் பெயர்களை ஏற்றுள்ளன.

தமிழ்நாட்டில் இப்பன்னிரண்டு மாதங்களில் சிலவற்றிற்கு வேறு பெயர்களும் அளிக்கப்பட்டுள்ளன. ஒரு மாதத்தில் சந்திரன் எந்த நாண்மீனினருகில் முழுமதியாகிறதோ அந்த நாண்மீனின் பெயரே அந்த மாதத்துக்கு இடப்பட்டிருக்கிறது. உதாரணமாக. சித்திரைமாதத்தில் சித்திரை நட்சத்திரத்திலும், வைகாசி மாதத்தில் விசாகத்திலும், கார்த்திகை மாதத்தில் கிருத்திகையிலும் முழுமதியைக் காணலாம்.

**ஆண்டு :** பன்னிரண்டு சௌரமாதங்கள் கொண்டது ஒரு ஆண்டு. இந்த ஒரு ஆண்டில், அதாவது $365\frac{1}{4}$ நாட்களில், சூரியன் மேடராசியின் முதற்பாதந்தொடங்கிப் பன்னிரண்டு இராசிகளையும் தாண்டி, மீண்டும் அவ்விடத்தையே அடைகிறது. பூமியின் கதி வட்டவடிவமாக இராமல் அண்டவடிவமாக இருப்பதால் ஒரு இராசியும், மற்றோர் இராசியும் சம அளவாக இல்லை. எனவே சூரியன் ஒரு இராசியில் தங்கும் கால அளவுக்கும், மற்றோர் இராசியில் தங்கும் கால அளவுக்கும் வித்தியாசம் காணப்படுகின்றது. இதனாற்றான் சில மாதங்கள் 30 நாட்களும், சில மாதங்கள் 31 நாட்களும் கொண்டுள்ளன.

**பருவங்கள் :** ஒரு ஆண்டளவில் பூமி சூரியனைச்சுற்றி 57,60,00,000 மைல் ஓடுகிறது. அவ்வோட்டத்தின் சராசரி

வேகம் விநாடிக்கு 19 மைல்கள்! 8000 மைல் குறுக்களவும் 25,000 மைல் சுற்றளவுமுள்ள ஒரு பெரிய மண்ணுருண்டை கண்ணிமைப்போதில் 19 மைல் ஓடுமாயின் அதனவேகத்தை கருத்தினும் உணரக்கூடவில்லை. ஆனால் பிரபஞ்சவெளியில் அந்தவேகம் மிக மட்டமானது என்று அறிகின்றோம். விநாடிக்கு 200 மைல் ஓடும் மீன்களும் உள்ளன! சில கனல்வாயு மேகங்கள் விநாடிக்கு 1,86,000 மைல் வேகத்தில் பறக்கின்றனவாம்!




படம் 27

சூரியனுடைய கதியின் பொய்த் தோற்றம்

சூரியன் நம்மைச் சுற்றிவருவதாகக் காணப்படுவது ஒரு பொய்த்தோற்றந்தான் என்றும், உண்மையில் பூமிதான் சுழல்கின்றதென்றும் அறிந்தோம். அதைப்போலவே, சூரியன் ஒவ்வொரு இராசியாகப் பன்னிரண்டு இராசிகளையும் 12 மாதங்களில் கடந்துசெல்லுவதும் ஒரு பொய்த்தோற்றந்தான். உண்மையில் பூமிதான் சூரியனைச் சுற்றுகின்றது. (படம் 27-ஐப் பார்க்க). அவ்வாறு சுற்றிவரும்போது சூரியனை ஒவ்வொரு மாதத்திலும் ஒவ்வொரு இராசியைப் பின்னணியிட்டுக் காண்கின்றோம். இப்பொய்த்தோற்றத்தினால் சூரியன் இராசிதோறும் செல்லுவதாகக் காணப்படுகிறது.

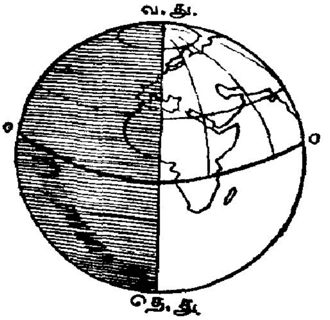
பூமி இடமிருந்து வலமாக, அதாவது, மேற்கிலிருந்து கிழக்கு நோக்கிச் சுற்றுகிறது. படம் 29-ஐப் பார்க்கவும். பூமியினது முட்டைவடிவ கதியின் ஒரு கேந்திரத்தில் சூரியன் உள்ளது. இக்கதியின் குறுக்களவு 19,06,00,000 மைல்கள். பூமி சூரியனுக்கு மிக அண்மையில் வரும்போது அதன் தூரம் 9,14,49,000 மைல்; மிகவும் சேய்மையிற் செல்லும்போது 9,45,61,000 மைல். பூமியினது சுற்றோட்டத்தின் வேகம் இடத்துக்கிடம் மாறுகின்றது. சூரியனுக்கருகில் செல்லும்போது அதனுடைய வேகம் அதிகரிக்கிறது; தொலைவில் செல்லும்போது வேகம் குன்றுகிறது. எனவே சில இராசிகளில் சூரியன் வேகமாக ஓடுவதாகவும், சில இராசிகளில் தாமதமாகச் செல்லுவதாகவும் நமக்குத் தோற்று

கின்றது. சூரியனுக்கு மிகவும் குறைந்த தூரத்தில் பூமி வரும் இடத்துக்கு "நீசம்" (Perihelion) என்றும், மிகவும் சேய்மையில் பூமி செல்லும் இடத்துக்கு "உச்சம்" (Aphelion) என்றும் பெயர்.

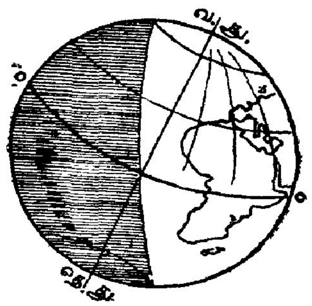
இப்போது பூமியின் கதியைச் சற்று நோக்குவோம். மார்ச் மாதம் 21-ஆம் தேதியன்று ககோளத்தின் நிரட்சரேகையும், கிராந்திவட்டமும் சந்திக்குமிடத்தில், அதாவது, மேடராசியின் முதல் பாதத்தில் சூரியன் தன் பிரயாணத்தைத் தொடங்குவதாகத் தோற்றுகின்றது. இவ்விடத்துக்கு வசந்த சம்பதம் என்ற ஒரு பெயரும் உண்டென்பதை ஏற்கெனவே படித்தோம். இதை விட்டு 92 நாட்கள், 21 மணி கால அளவு பிரயாணம் செய்து ஜூன் மாதம் 21-ஆம் தேதி, சூரியன் தட்சணாயனச் சந்தியை (Summer solstice) அடைகின்றது. அதற்குப் பின்பு 93 நாட்கள் 14 மணி கழித்து, செப்டம்பர் 22-ஆம் தேதி சாரத்சம்பதத்தை அடைகிறது. பிறகு 89 நாட்கள், 18 மணி கழித்து, உத்தராயணச் சந்தியை (Winter solstice) அடைகின்றது; இங்கிருந்தும் தன் பிரயாணத்தைத் தொடர்ந்து 89 நாட்கள், 1 மணி கழித்து மீண்டும் வசந்த சந்தியை அடைகிறது.

படம் 28

பருவ பேதம்




வசந்த, சரத் சம்ப தங்களன்று பூமியினது அச்சின் நிலை.

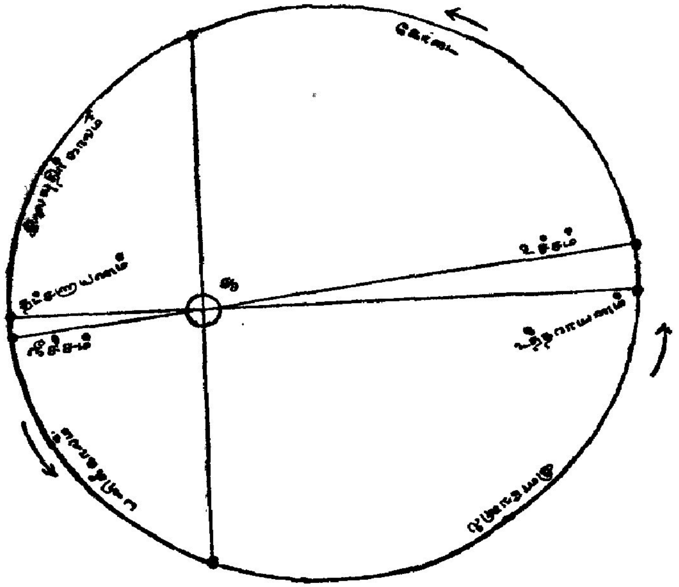



உத்தராயணத்தில் பூமியினது அச்சின் நிலை.

வசந்தம், சரத் ஆகிய சந்திகளில் இருக்கும்போது பூமி சூரியனுக்கு நேர்மட்டத்தில் சாய்ந்திருக்கிறது. (படம் 28-ஐப் பார்க்க). அதனுடைய நிரட்ச ரேகைப்பிரதேசங்களும், வட, தென் துருவங்களும் சூரியனுக்கு நேர் எதிர்ப்புறத்தில் நிற்கின்றன. எனவே

அவ்விரு நாட்களில் உலகமெங்கும் பகல் 12 மணி நேரமும், இரவு 12 மணி நேரமுமாக இருக்கும். இளவேனிற்காலத்தில் பூமியினுடைய அச்சுக் கொஞ்சம் கொஞ்சமாகச் சூரியனை நோக்கிச் சாய்கிறது. இப்போது வடதுருவம் சூரியனுக்கு நேராக வருகிறது. முன்பனிகாலத்தில் பூமியினுடைய அச்சு மெல்ல மெல்ல சூரியனுக்கு எதிர்ப்புறம் சாய்கிறது. அப்போது தென்துருவம் சூரியனுக்கு முன்பு நிற்கிறது; வடதுருவம் இருளில் மறைந்து விடுகின்றது. இக்காரணத்தினால், வடதுருவத்தில் சூரியன் 6 மாதகாலம், அதாவது கோடை முழுவதும், மறையாமல் அடிவானத்துக்கு மேலேயே காணப்படும். குளிர் காலத்தில் ஆறு மாத காலம் சூரியன் மறைந்துவிடும். அங்கு ஆறுமாதம் பகலாகவும், ஆறுமாதம் இரவாகவும் இருக்கிறது.

பூமியின் வடபாதிக்குக் கோடையாக இருக்கும்போது தென் பகுதிக்குக் குளிர்காலமாகவும், வடபாதிக்குக் குளிர்காலமாக இருக்கும்போது தென்பாதிக்குக் கோடைகாலமாகவும் இருக்கும்.



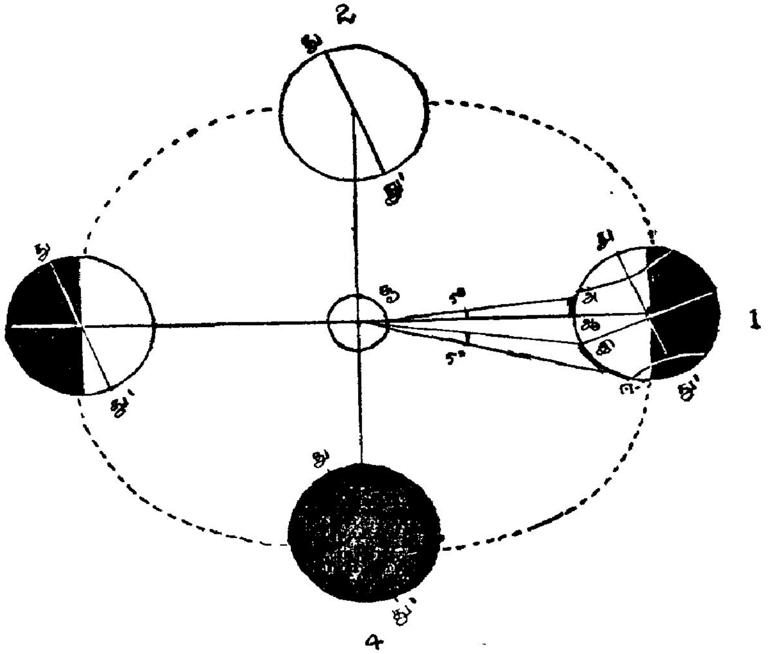

படம் 29

சூரிய கதியும் பருவங்களும்

கோடையில் வெயில் அதிகமாகவும், குளிர்காலத்தில் குளிர் அதிகமாகவும் இருத்தலால், கோடையில் சூரியன் நமக்கருகிலும், குளிர்காலத்தில் தூரத்திலும் இருக்கிறது என்று நாம் நினைப்போம். அது தவறு. 29-ஆம் படத்தைப் பாருங்கள். கோடையில் சூரியன் பூமிக்கு வெகுதூரத்தில் இருக்கிறது; குளிர்காலத்தில் பூமிக்கருகில் இருக்கிறது. எனவே, கோடையின் வெப்பமும்,

குளிர்காலத்தில் தட்பமும் சூரியனுக்கும் நமக்குமுள்ள தூரத்தைப் பொருத்தில்லை என்று நன்கு விளங்குகிறது. காரணம் என்ன என்பதை ஆராய்வோம்.

கோடையில் பூமியின் வடபாதி சூரியனுக்கெதிர் நிற்கிறது. அங்கு சூரியனின் ஒளி நேராகத் தாக்குகின்றது. ஆகையால் வெப்பம் அதிகமாக இருக்கிறது. குளிர்காலத்தில் பூமியின் அச்சு சூரியனுக்கு எதிர்ப்புறத்தில் சாய்ந்து நிற்கிறது. அப்போது பூமியின் தென்பாதி சூரியனுக்கெதிர் நிற்கிறது. ஆகையால் சூரிய ஒளியும் வெப்பமும் பூமியின் தென்பாதியில் நேராகத் தாக்குகின்றன. ஆனால் அப்போது வடபாதி சாய்ந்திருத்தலின் அதன் மேல் விழும் சூரிய ஒளிக்கதிர்கள் சாய்ந்திருப்பதோடு அதிக இடப்பரப்பிலும் விழுகின்றது. அதனால் அதனுடைய முழுவெப்பத்தையும் நாம் பெறுவதில்லை.




படம் 30

கோடையும் குளிர்காலமும்

படம் 30-ஐப் பாருங்கள். பூமியின் கதியில் 4 நிலைகள் காட்டப்பட்டிருக்கின்றன. முதல் நிலைதான் வடபாதியிலுள்ள நமக்குக் கோடைகாலம். அ-ஆ இவை வடபாதியிலுள்ள இரு இடங்கள். இ-ஈ தென்பாதியிலுள்ள இரு இடங்கள். அ-சூ-ஆ இக்கோணத்தின் அளவு 5°. இ-சூ-ஈ இக்கோணத்தினது அளவு 5° தான். வடபாதியில் அ-ஆ இந்த அளவு இடத்தில் எவ்வளவு சூரிய

வெப்பம் தாக்குகிறதோ அவ்வளவே வெப்பந்தான் இ-ஈ இடத்திலும் தாக்குகிறது. அ-ஆ இடத்தைக்காட்டிலும் இ-ஈ இடம் அகன்றுள்ளது. எனவே கோடைகாலத்தில் வடபாதியில் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுள்ள சூரியவெப்பம் எவ்வளவு பரப்பில் விழுகிறதோ அதைவிட அதிக பரப்புள்ள இடத்தில் தென்பாதியில் விழுகின்றது. இதனாற்றான் வடபாதியில் அ-ஆ இடத்தில் அதிக வெப்பமாயும், தென்பாதியில் இ-ஈ இடத்தில் வெப்பம் குறைந்தும் காணப்படுகின்றது.

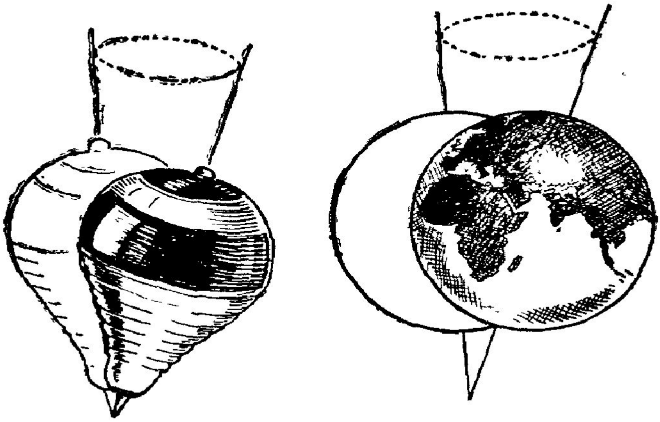
கோடையில் வெப்பம் மிகுந்திருத்தலுக்கும், குளிர்காலத்தில் குறைந்திருத்தலுக்கும் மற்றொரு காரணமுமுண்டு. கோடையில் பகற்போது நீண்டிருத்தலால், சூரியன் அந்நாட்களில் 12 மணி நேரத்துக்குமேல் வானத்தில் தங்குகிறது. குளிர்காலத்தில் பகற்பொழுதின் அளவு 12 மணிக்குக் குறைந்துள்ளது. ஆகையால் வெப்பம் கோடையில் நிறைந்தும், குளிர்காலத்தில் குறைந்தும் இருக்கின்றது.

குளிர்காலத்தில் பூமி சூரியனுக்கண்மையிலிருத்தலால் அதன் ஓட்டத்தின் வேகம் மிகுகிறது; கோடையில் அது சேய்மையில் சென்று விடுவதால் அதன் வேகம் குன்றுகின்றது. அஃதுடன் குளிர்காலத்தில் பூமியினது கதியின் அளவு குறைந்ததாகவும், கோடையில் அதனுடைய கதியின் தூரம் அதிகமாகவும் உள்ளது. இந்தக் காரணத்தால் குளிர் காலத்தைவிட கோடைகாலம் சற்றேறக்குறைய 8 நாட்கள் நீண்டிருக்கிறது.

**அயனச் சலனம் :** (Precession of Equinoxes). பூமியானது பூரண உருண்டையாயிராமல் ஒரு ஆரஞ்சு பழத்தைப்போன்று துருவங்களில் சிறிதளவு தட்டையாகவும் நிரட்ச ரேகைப் பிரதேசங்களில் உப்பியும் இருத்தலின் சூரியனுடைய கவர்ச்சி பூமியின் மேல் இடத்துக்கிடம் பேதப்படுகின்றது. இதனால் பூமியின் சுழற்சியில் ஒரு விந்தையான மாறுபாட்டைக் காண்கிறோம்.

பூமி வசந்த சம்பதத்திலிருந்து புறப்பட்டு ஒருமுறை சுற்றி மீண்டும் அவ்விடத்திற்கே வந்துசேர்வதற்கு 365 242264 நாட்கள் செல்லுகின்றன. ஆனால், பூமி சூரியனை, ஒரு குறிப்பிட்ட மீனைப் பின்னணியாகக்கொண்டு, ஒரு முறை சுற்றிவந்தபிறகு சூரியனை மீண்டும் அதே இடத்தில் காண்பதற்கு 365·2563835 நாட்கள் செல்லுகின்றன. அதாவது முதலில் கூறப்பட்ட சௌரமானத்தைவிட, இரண்டாவதாகக் கூறப்பட்ட நட்சத்திர மானம் 20 நிமிடங்கள், 20 விநாடிகள் அதிகமாக இருக்கிறது. ஒரு ஆண்டில் நிரட்ச ரேகையில் எந்த இடத்தில் வசந்த சம்பதம் நிகழ்ந்ததோ, அதற்குச் சற்றுப் பின்னால் அடுத்த ஆண்டில் அது நிகழுகிறது. ஆண்டுதோறும் வசந்த சம்பதம், அதாவது மேஷத்தின் முதற்பாகம், பின்னடைந்துகொண்டேபோகிறது. இப் பின்னடைவுக்கு "அயனச் சலனம்" (Precession of Equi-

noxes) என்று பெயர். ஒவ்வொரு ஆண்டிலும் பின்னடையப்படும் தூரத்துக்கு அயனாம்சம் என்று பெயர்.



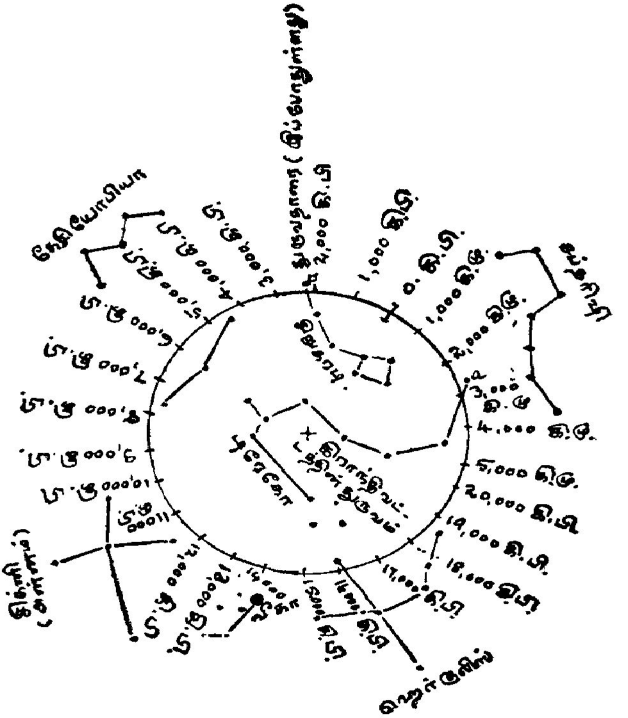
படம் 31

அயனச் சலனம்

இச்சலனத்தை ஒரு சிறு உதாரணத்தால் உணர்ந்து கொள்ளலாம். ஒரு பம்பரம் வெகு வேகமாகச் சுழலும்போது, அதாவது "தூங்கும்போது" அதனுடைய உச்சி யாணியில் ஒரு சலனமும் காணப்படுவதில்லை. பம்பரம், சுழற்சியின் வேகங் குறைய, அதன் உச்சி ஆணி சில முறைகள் வட்டமாகச் சுற்றிய பின், கீழே விழுந்து விடுகிறது. அதைப் போலவே சூரியனின் கவர்ச்சித்திறனால் பூமியினது அச்சின் வடமுனையும் ஒரு வட்டமிடுகிறது. அது எப்போதும் வானத்தை நோக்கி நிற்கும் இடத்திற்குத் துருவம் என்று பெயர். அச்சின் வடமுனை வட்டமிடும்போது, அது நோக்கி நிற்கும் துருவமும் மாறிக்கொண்டே போகிறது. அது இவ்வாறு ஒருமுறை வட்டமிட 25,870 ஆண்டுகள் செல்லுகின்றன. இது மிகவும் நீண்டகால அளவாகையால், வான துருவத்தில் நிகழும் இடப் பெயர்ச்சிகளைக் காணக்கூடிய அவ்வளவு காலம் நாம் உயிர்வாழ்வதில்லை. எனினும் பண்டைய மக்கள் குறித்துவைத்துச் சென்றுள்ளச் சில சான்றுகளால் துருவத்தின் பெயர்ச்சியை நாம் அறிந்து கொள்ளுகிறோம். (படம்—31)

இப்போது நமக்குத் துருவதாரையாக நிற்கும் மீன் இன்னும் 170 ஆண்டுகள் வரையிற்றான் அந்நிலையை வகிக்கும். அதற்குப் பின்னர் பூமியின் அச்சு முனை அவ்விடத்தினின்றும் நகர்ந்து விடும். இன்னும் 12,000 ஆண்டுகள் கழிந்தபின் அது அபிஜித் (Vega) என்ற மீனைக்காட்டும். அப்போது அபிஜித் நமக்குத் துருவதாரையாகும். அப்போது பூமியில் தென்பாதியிலுள்ள

வர்கட்கு அகஸ்தியர் (Canopus) என்ற மீன் துருவதாரையாகும். (படம் 32-ஐப் பார்க்க)



படம் 32

அயனச் சலனத்தின் காரணத்தினால், பூமியினது துருவம் ஓரிடத்தில் நிலைத்து நிற்காமல் சுழன்றுகொண்டே இருக்கின்றது. ஒரு முறை துருவமானது ஓரிடத்தைவிட்டுச் சுழன்று சென்று மீண்டும் அவ்விடத்தை எய்த 26,000 ஆண்டுகள் செல்லும். இற்றைக்கு 5,000 ஆண்டுகட்கு முன்பு டிரேகோ கூட்டத்தின் யோக தாரையான (a) டிரேகோ என்ற மீன் நமக்குத் துருவ தாரையாக இருந்தது. இன்று சிறு கரடிக் கூட்டத்தின் யோக தாரை துருவதாரையாக உள்ளது. இன்னும் 12,000 ஆண்டுகட்குப்பின் வீகா (அபிஜித்) துருவதாரையாகும்

பூமி தன் கதியில், தெற்கிலிருந்து வடக்கிற் செல்லும்போது, வானமத்ய ரேகையை மேடராசியின் முதற்பாகத்தில் கடந்து செல்லுகிறது என்று நாம் முன்னரே அறிந்துள்ளோம். ஆனால் உண்மை யப்படியல்ல. முன்பு ஒரு காலத்தில் அவ்விடத்திற்றான் அச்சந்திப்பு நேர்ந்தது. அயனச்சலனத்தினால் அச்சந்திப்புக் கொஞ்சம் கொஞ்சமாகப் பின்னடைந்து இப்போது மீனராசியில்

சேரிடுகிறது. எனினும் அதற்கு மேடராசியின் முதற்பாதம் என்ற பழைய பெயர் போகவில்லை.

அயனச் சலனத்தால் துருவதாரை இடம் பெயரும்போது விண்ணகத்திலுள்ள மீன்கள் அனைத்தும் நம் கண்களுக்குக் காலப்போக்கில் நிலைபெயர்ந்து தோன்றும். இதனால் ஒவ்வொரு நூற்றாண்டிலும் வான மண்டலத்தின் படங்களைமாற்றி வரைய வேண்டியிருக்கும்.

பூமியினது அச்சின் வடமுனைக்கு அயனச் சலனமட்டிலு மின்றி, வேறொரு சலனமும் உண்டு. அதற்கு "அட்சச் சலனம்" (Nutation) என்று பெயர். இதன் காரணமாக $23\frac{1}{2}°$ சாய்ந்துள்ளப் பூமியின் அச்சுச் சில ஆண்டுகளில் சற்று அதிகமாகவும், சில ஆண்டுகளில் சற்றுக்குறைவாகவும் சாய்ந்திருக்கின்றது. இச் சலனத்தின் கால அளவு 19 ஆண்டுகள்.

**இராசி யொளி :** (Zodiacal Light) தை, மாசி, பங்குனி, சித்திரை ஆகிய மாதங்களில் மாலை வேளைகளில் சூரியனிட மிருந்து ஒரு குவிந்த ஒளிப்படலம் வானத்தி லோங்கி நிற்கும். இதற்கு இராசி யொளி என்று பெயர். இதற்கு விஞ்ஞானிகள் காட்டும் காரணங்கள் பல. பூமியின் கதிக்கப்பாலும் ஒரு நுண்ணிய அணுப்படலம் உள்ளதென்றும், அதனால் பிரதி பிமபிக்கப்படும் சூரிய ஒளிதான் இராசியொளி என்றும் ஒருசிலர் கூறுகின்றார்கள். இக்காரணம் தக்கதென்று தோற்றுகின்றது.

---

# அத்தியாயம் 11

## சந்திரன்

**வான** வீதியில் கண்களுக்கு இனிமையையும், களைத்த உள்ளங்கட்குக் களிப்பையும், இதயத்துக்கு இன்பக் கிளர்ச்சியை யும் அளித்துப் பேரெழிலுடன் உலவி வருவது வெண்ணிலா. பச்சிளங் குழவியும், இளங்காதலர்களும், முற்றுந்துறந்த முனிவர் களும் கண்டுகளிப்பது சந்திரனைத்தான். வெண்ணிலவைப் பற்றியும், அதனுடைய ஒப்புவமையற்ற வனப்பைப் பற்றியும் அதனின்றும் ஒழுகும் இன்ப ஒளி ஊற்றினைப்பற்றியும் வருணனை செய்யாத இலக்கியமும் உலகினில் உண்டோ?

விசும்பில், பூமிக்கு மிக அண்மையில் உள்ள கோளம் சந்திரன் தான். அது நமக்குச் சராசரி 2,38,000 மைல் தொலைவில் உள்ளது. அதன் மோகன முகத்தின் குறுக்களவு 2,160 மைல். அதனுடைய எடை 81,000,000,000,000,000,000, டன்கள். பூமியின் எடை இதை விட 82 மடங்கு அதிகம். அதனுடைய குறுக்களவு சந்திரனுடைய

குறுக்களவைவிட 4 மடங்கு அதிகம். பூமியின் கவர்ச்சியில் 6-இல் ஒரு பங்குதான் சந்திரனுக்குள்ள கவர்ச்சியாகும். இதனால் ஒருவன் இங்கு 500பவுண்டு பளுவைத் தூக்கமுடியுமானால், அவன் சந்திரனில் 3,000பவுண்டு எடையைத் தூக்கமுடியும். சந்திரனின் கவர்ச்சி பூமியின் கவர்ச்சியைவிடக் குறைவாக இருந்தாலும், சந்திரன் பூமியைப் பல வகையில் பாதிக்கிறது. கடல்களில் தோன்றும் கொந்தளிப்புகட்கெல்லாம் காரணம் சந்திரனுடைய கவர்ச்சியேயாகும்.

குறைந்த கவர்ச்சியைக் கொண்டிருத்தலால், சந்திரனுக்கு வாயு மண்டலம் கிடையாது. பூமியைப் போன்று ஒரு வாயு மண்டலத்தை இழுத்துப் பிடித்து நிறுத்திக்கொள்ளுகின்ற அளவு கவர்ச்சி சந்திரனிடமில்லை. எனவே அக்கோளத்தில் வாயு மண்டலமும், மேகக் கூட்டங்களும், தண்ணீரும் கிடையாது.

சந்திரன் எவ்வாறு உண்டாயிற்று? இக்கேள்விக்கு அளிக்கப்படும் விடைகள் பலவாம். 1800-ஆம் ஆண்டு முதல் 1900-ஆம் ஆண்டு வரையில் அறிஞர்கள் பிரபஞ்சத்தில் வெகு வேகமாகச் சுழன்று கொண்டிருந்த கனல் மேகங்களினின்றும் சந்திரன் தோன்றிற்று என்று கருதி வந்தனர். 1900-ஆம் ஆண்டில் ஹென்றி சாம்பர்லேன்(Henry Chamberlain) என்பவர் ஒரு புதிய கருத்தை வெளியிட்டார். கோள்கள் பிறப்பதற்கு முன்பு ஒரு காலத்தில் சூரியனுக்கணிமையில் ஒரு விண்மீன் பெயர்ந்து சென்றது. அதனுடைய பிரம்மாண்டமான கவர்ச்சியால் சூரியனிலிருந்து சத்துப் பொருள் அலை அலையாக இழுக்கப்பட்டது. அது ஆங்காங்குக் கோளங்களாகக் குளிர்ந்து இறுகிவிட்டது. இத்தகைய கோளங்களுள் சந்திரனும் ஒன்று. இக்கோளங்கள் யாவும் சுழன்று சுழன்று சூரியனைச் சுற்றி ஓடத் தொடங்கின. அபபோது அவற்றைச் சுற்றி எஞ்சி நின்ற சத்துப் பொருளையும் கவர்ந்து, அவை பெரிய கோளங்களாக வளர்ந்து விட்டன.

இக்கருத்து மிகவும் வியக்கத்தக்கது எனினும், ஆராய்ச்சியாளரால் மறுக்கப்படுகிறது.

G. H. டார்வின்(G.H. Darwin)என்ற மற்றொரு அறிஞர் கூறுவதாவது:— பூமி சூரியனிடமிருந்து பிறந்து, தனி உருவெய்திய உடனே அனலிலிட்ட மெழுகுபோன்றிருந்தது. அது தன்னைத்தான் சுற்றிக்கொண்ட கடும்வேகத்தால், மெல்லமெல்ல இருபாகங்களாகப் பிரிந்தது:— ஒரு பாகம் பூமி: மற்றொரு பாகம் சந்திரன். பிறந்த உடனே மூன்று மணி நேரத்தில் ஒரு முறை சுழன்று வந்த பூமி, தளர்ச்சி யுற்று, இருபத்திநான்கு மணிகட்கொருமுறை சுழலத் தொடங்கியது. சந்திரன் பூமியினின்றும் பகுக்கப்பட்ட போது பூமிக்கு வெகு அருகில் இருந்தது. சந்திரனுடைய கவர்ச்சியால் பூமி பாதிக்கப்பட்டு, அதன் கடல்கள் பொங்கி எழவும், அதன் வாயு மண்டலத்தில் ஒரு எதிர்ப்புத் தோன்றவும், சந்திரன் சிறிது சிறிதாக இப்போதுள்ள தூரத்தில் தள்ளப்பட்டது.

சந்திரன் பிறந்த உடன் பூமிக்கருகில் இருந்திருக்கக்கூடும் என்று வானசாஸ்திரிகள் ஒப்புக்கொள்ளுகிறார்கள். இப்போது கூட சந்திரனின் கவர்ச்சியால் கடல்களில் கொந்தளிப்பும், நிலப் பகுதிகளில் அதிர்ச்சியும் தோன்றுகின்றன. இதனால், பூமியின் சுழற்சியின் வேகம் குன்றி வருவதாகவும் சந்திரன் ஒரு நூற்றாண்டில் ஏழு அடி வீதம் அப்பால் ஒதுக்கப்படுவதாகவும் கணக்கிடப் பட்டிருக்கிறது.

பூமியின் மேல் இப்போது பசிபிக் கடல் பரவியுள்ள இடப் பரப்பிலிருந்துதான் சுமார் 5000 கனமைல் சத்துப்பொருள் பிய்த் தெறியப்பட்டுச் சந்திரனாக மாறிவிட்டது என்று கருதுவதற்கு இடமிருக்கின்றது. சந்திரன் பூமியினின்றும் பிறிந்து சென்றதா, வான வெளியின்றும் பூமியால் சிறை பிடிக்கப்பட்டதா, பூமியினின் றும் பிறந்து, பிற சத்துப் பொருள் துணுக்குகளைக் கவர்ந்து வளர்ந்து வந்ததா, அன்றி வேறு எம்முறையாகவாவது பூமி பிறந்த அன்றே 'அஃதும் இரட்டைச் சகோதரன் போன்று தோற்றியதா என்ற இக்கேள்விகட்கு இன்றளவும் தக்கதொரு விடை யளிக்கப்படவில்லை.

மனிதன் தான் வாழும் பூமியைப்பற்றியே இன்னும் பூர ணமாக அறிந்துகொள்ளவில்லை. பூமியின் பல பாகங்களில் அவன் காலடி படாத இடங்கள் பல உள்ளன. ஆபிரிக்கா, ஆசியா, ஆஸ் டிரேலியா, தெனனமெரிக்கா, அண்டார்டிகா ஆகிய கண்டங்களில் மனிதன் கண்டறியாத இடங்கள் கணக்கிறந்தன. ஆனால் திங்க ளின் மேற்பரப்பில், அதாவது நம்மை நோக்கி நிற்கும் பாகத்தில், ஒவ்வொரு அங்குல இடத்தையும் மனிதன் நன்கு அறிந்துள் ளான். இதற்குச் சந்திரனின் அணிமையும், மனிதனால் செய்தமைக் கப்பட்டத் தூர தரிசினியும் துணையாக வுள்ளன.

எந்த வான மண்டலமும் சந்திரனைப்போன்று அவ்வளவு அதிகமாகப் புகைப்படமெடுக்கப்பட்டதில்லை முதன் முதல் 1840-ஆம் ஆண்டில் ஜான் டிரேபர் (John W. Draper) என்பவர் அதைப் புகைப்படம் பிடித்தார். நேரில் பார்ப்பதை விட போட் டோ படங்களில் அந்தக் கோளத்தின் உருவ அமைப்பை நன்கு அறியலாம். அமெரிக்காவில் "லிக்", (Lick) "மௌண்ட் வில்சன்" Mount Wilson) ஆராய்ச்சிக் கூடங்களில் சில மிக அழகான படங் கள் பிடிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. சூரியோதயத்திலும், அஸ்தமனத் திலும் சந்திரனுடைய மேல் பரப்பில் எத்தனை வகைத்தான மாறு தல்கள் காணப்படுகின்றன என்பதைக் காட்டும் அரிய புகைப் படங்கள் பிரின்ஸ்டன் பல்கலைக்கழக ஆராய்ச்சிக் கூடத்தில் எடுக் கப்பட்டிருக்கின்றன, இப்படங்களைப் பிடிக்கச் சினிமா படமெடுக் கும் காமிராக்கள் உபயோகிக்கப்பட்டன.

சந்திரனின்றும் பொழிகின்ற நிலவு அதற்குச் சொந்தமான தல்ல. அஃதும் பூமியைப் போன்ற ஒளியற்றக் கோளந்தான் ;

சுயவொளியில்லை. சூரியனுடைய ஒளியைப்பெற்று, அதனை நமக்கு நிலவாகப் பொழிகின்றது. முழுநிலவன்று நாம் பெறுகின்ற ஒளி சூரிய ஒளியில் ஐந்து லட்சத்தில் ஒருபங்குதான் ஆகும்.

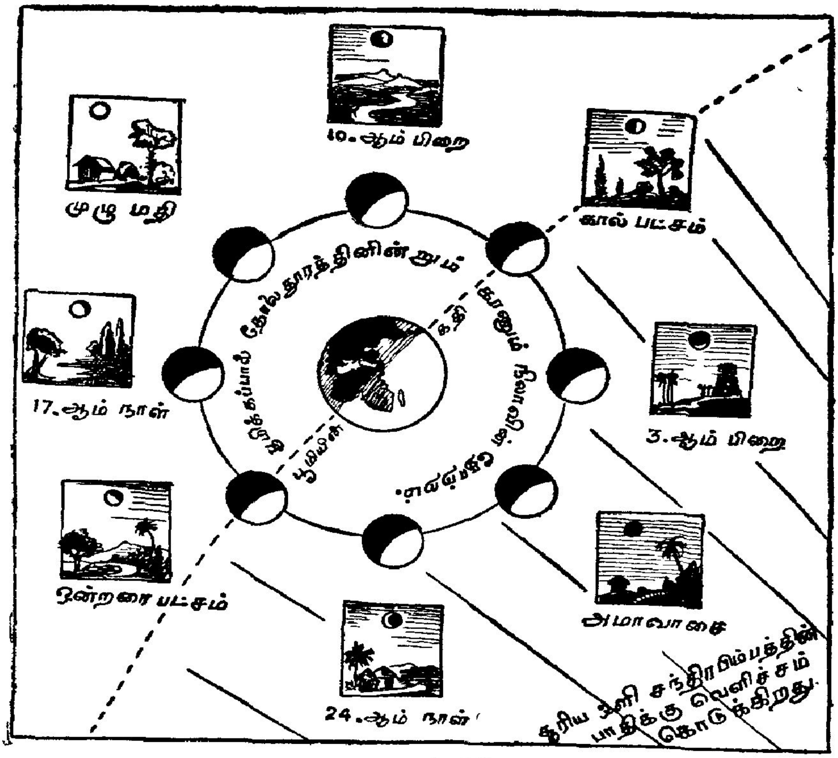
பூமியைச் சந்திரன் 29 நாட்கள், 12 மணி, 44 நிமிஷம், 2·8 விநாடிகளில் ஒருமுறை சுற்றி வருகின்றது. இது சூரியனுடைய நிலையைக் கொண்டு கணிக்கப்பட்ட ஒரு கால அளவாகையால் இதற்குச் சௌரமானம் (Synodic Period) என்று பெயர். ஒரு விண்மீனைப் பின்னணியிட்டுச் சந்திரனுடைய பெயர்ச்சியைக் கணக்கிட்டால் அது பூமியை 27¼ நாட்களில் ஒருமுறை சுற்றி வருவதைக் காணலாம். இதற்கு நட்சத்திர மானம் என்று பெயர். பூமியும், சந்திரனும் சேர்ந்து சூரியனைச் சுற்றிவருவதால் சௌர மானத்திற்கும், நட்சத்திரமானத்திற்கும் 2நாட்கள் பேதங் காட்டுகிறது.

பூமிக்கும் சந்திரனுக்கு மிடையிலுள்ள சராசரி தூரம் 2,38,000மைல். மணிக்கு1000 மைல் வேகத்தில் பறக்கக்கூடிய ஒரு இவுவிமானத்தில் (Rocket) ஏறிச்செல்லுவோமாயின் சந்திரனைப் போய்ச்சேர 10 நாட்கள் ஆகும். சந்திரன் மணிக்கு 2300 மைல் வீதம் பூமியைச் சுற்றுகிறது. நமக்கு மிக அண்மையில் வரும் போது அதன் தூரம் 2,21,000 மைல்; தூரத்தில் செல்லும் போது 2,53,000 மைல்களுக்கப்பால் இருக்கிறது. சந்திரனுடைய கதியும் அண்டவடிவமாக இருத்தலாற்றான் நமக்கும் அதற்குமுள்ள தூரம் பேதப்பட்டுக்கொண்டே இருக்கிறது. அதனுடைய அணிமை நிலைக்கு "நீசம்" (Perigee) என்றும் சேய்மை நிலைக்கு "உச்சம்" (Apogee) என்றும் பெயர். உச்சத்தில் அதற்கு வேகம் மிஞ்சுகிறது. விண்மீன்களைப் பின்னணியிட்டுச் சந்திரனின் பெயர்ச்சியை நோக்கும்போதுதான் அதனுடைய ஓடும் வேகத்தை யுணர்கின்றோம்.

பூமியைப் போலவே, சந்திரனுக்கும் சுழற்சியுண்டு. அது பூமியை எத்தனை நாட்களில் சுற்றிவருகிறதோ அத்தனை நாட்களில் தானும் ஒரு முறை சுழல்கிறது. சர்க்கஸ் காட்சிகளில் "ரிங்-மாஸ்டரை" ஒரு குதிரை சுற்றிவருவதைக் காண்கின்றோம். ரிங்மாஸ்டர் குதிரையின் ஒரு பக்கத்தையேதான் காண்கின்றான்; அதன் மறுபக்கத்தை அவன் காண முடிவதில்லை. குதிரையும் ரிங்மாஸ்டரைச் சுற்றி வரும்போது தன்னையும் ஒரு முறை சுற்றிக் கொள்ளுகிறது. அதைப்போலவே சந்திரனும் ஒரு மாதத்துக் கொருமுறை சுழல்வதோடு எப்போதும் ஒரேபக்கத்தை நமக்குக் காட்டிக்கொண்டிருக்கின்றது. அதனுடைய மற்றொரு புறத்தை நாம் கண்டதே கிடையாது.

சந்திரன் கலைகலையாக வளர்ந்து தேய்வது நாம் நாடோறுங் காணும் காட்சி. கலைகள் எவ்வாறு உண்டாகின்றன என்று பார்ப்போம். படம் 33-ஐப் பார்க்கவும். அமாவாசையன்று சூரி

7




படம் 33

சந்திரனுடைய கலைகளின் தோற்றம்

னுக்கும் பூமிக்கும் இடையில் சந்திரன் வருகிறது. அன்று சந்திரனுடைய பிம்பம் கண்களைப்பறிக்கும் சூரிய ஒளியில் மறைந்துவிடுகிறது. அதனால் சந்திரனை நாம் காண்பதில்லை. மூன்றாம் நாள் அதன் விளிம்பில் ஒரு சிறிது பாகம் சூரியனுடைய ஒளியை நமக்குக் காட்டுகிறது. அப்போது வளைவாகத் தோற்றும் சந்திரனை மூன்றாம் பிறை என்கின்றோம். கலைகள் வளர்ந்துகொண்டே போகின்றன. அமாவாசையிலிருந்து ஏழாம் நாள் சந்திரனில் பாதிவட்டம் தெரிகிறது; 15-ஆம் நாள் பௌர்ணமியன்று முழுநிலவும் காட்சியளிக்கிறது.

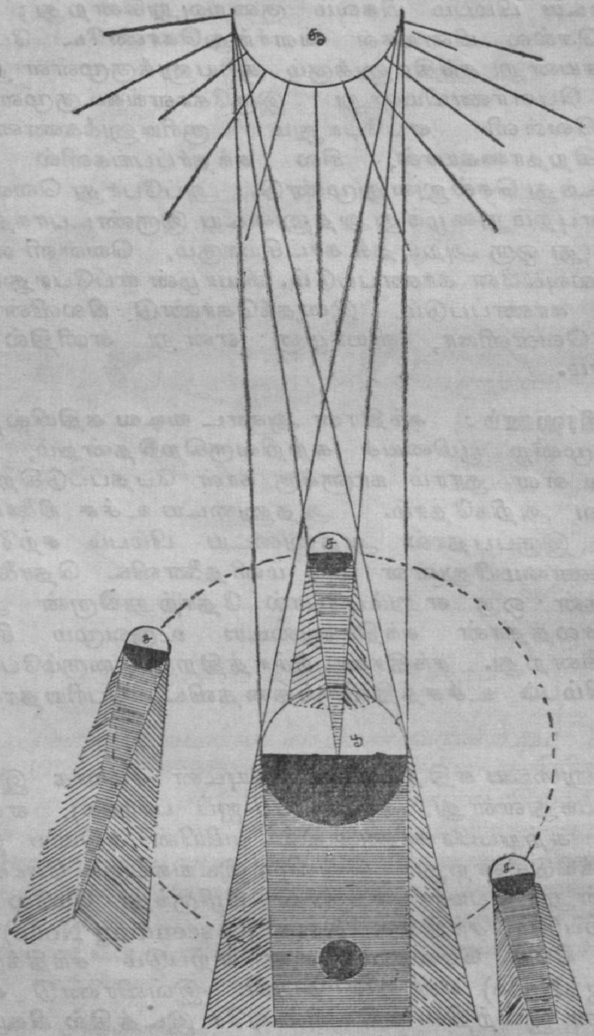
மூன்றாம் பிறையன்று, பிறைநிலா மாத்திரமன்றி, மிகவும் மங்கலாகச் சந்திரனின் முழுவட்டமும் நம் கண்களுக்குத் தோற்றுகிறது. காரணமென்னவெனின், பூமியின்மேற் படுகின்ற சூரிய ஒளி பிரதிபிம்பிக்கப்பட்டுச் சந்திரனுடைய இருண்டபாகத்தின் மேல் வீசுகின்றது, அப்போது அந்தப்பாகம் மங்கலாக நம் கண்களுக்குத் தோற்றுகின்றது.

பிறைகள் சூரிய ஒளியால் ஆக்கப்படுகின்றனவாகையால், அவை எப்போதும் சூரியன் உள்ள திக்கிலேயே வளைந்திருப்பதைக் காணலாம். அதாவது பிறையினுடைய முதுகு சூரியனின் பக்கத்தில் திரும்பியிருக்கும். சூரியன் அருகில் இருக்கும்போது சந்திரனுடைய பிம்பம் மிகவும் குறைவுறுகின்றது; தூரத்திற் செல்லச் செல்ல பிறைகள் வளர்ந்துகொண்டே போகின்றன. அமாவாசையன்று சந்திரனுக்கும் சூரியனுக்குமுள்ள தூரம் மிகக் குறைவு; பௌர்ணமியன்று இருகோளங்கட்குமுள்ள தூரம் அதிகம். வெள்ளி எப்போதும் சூரியனுக்கண்மையிலேயே காணப்படுகிறதாகையால், சில சந்தர்ப்பங்களில் பிறைநிலா அதைக் கடந்து செல்லுவதுமுண்டு. அப்போது வெள்ளி சந்திரனுக்குப்பின்புறம் நுழைந்து அதனுடைய இருண்டபாகத்தை தவிட்டு வெளிவருவது ஒரு அற்புதக் காட்சியாகும். வெள்ளி எப்போதும் தேய்ந்த நிலவுடனே காணப்படும். வியாழன் எப்போதும் நிறைந்த நிலவுடனே காணப்படும். இதைக்கொண்டு நிலவின் பக்கத்திலுள்ளது வெள்ளியா, வியாழனா என்று எளிதில் அறிந்து கொள்ளலாம்.

**சந்திர கிரஹணம்:** சந்திரன் அண்ட வடிவ கதியில், $29\frac{1}{2}$ நாட்கட்கு ஒருமுறை பூமியைச் சுற்றிவருகிறதென்றும், அதற்கும் பூமிக்கும் உள்ள தூரம் நாளுக்கு நாள் பேதப்படுகிறதென்றும் ஏற்கெனவே அறிந்தோம். அதனுடைய உச்ச நிலையில் அது தொலைவில் இருப்பதால் அதனுடைய பிம்பம் சற்றே சுருங்குகிறது. அண்மையிலுள்ள ஒரு மனிதனைவிட தொலைவிலுள்ள ஒரு மனிதன் ஒரு எறும்புபோல் தோற்றுகிறான் அல்லவா? அதைப்போலத்தான் சந்திரனுடைய உருவமும் சிறியதாகக் காணப்படுகின்றது. சந்திரன் நீச்சத்திற்கு வரும்போது அதனுடைய பிம்பம் உச்சத்திலிருந்ததைவிட பெரியதாக இருக்கின்றது.

சந்திரனுடைய கதி பூமியின் கதியுடன் சமமாக இருக்காமல், சற்றுச் சாய்ந்துள்ளது. (படம் 10-ஐப் பார்க்க). எனவே சந்திரன் தன் சுற்றுப்பிரயாணத்தில் பூமியின் கதியை இரு இடங்களில் குறுக்கிடுகின்றது. இவ்விரு இடங்கட்கும் கோளசந்திகள் (Nodes) என்று பெயர். சந்திரன் கீழிருந்து மேலே செல்லும்போது ஏற்படும் சந்திக்கு இராகு (Ascending Node) என்றும், மேலிருந்து கீழே செல்லும்போது ஏற்படும் சந்திக்குக் கேது (Descending Node) என்றும் பெயர். இவ்விரண்டு சந்திகளும் பூமி, சந்திரன் இவற்றின் கதிகளில் ஒரே இடத்தில் நிகழ்வதில்லை. அட்ச சலனத்தால் அவற்றின் இடம் மாறிக்கொண்டேபோகிறது. பன்னிரண்டு இராசிகளிலும இராகுவும் கேதுவும் நகர்ந்துகொண்டே போவதைப் பஞ்சாங்கங்களிற் பார்க்கலாம். ஒரு முறை இவை பன்னிரண்டு இராசிகளையும் சுற்றிவருவதற்குப் பத்தொன்பது ஆண்டுகள் செல்லுகின்றன.

பூமி சந்திரனைவிடப் பெரியதொரு கோளமாகையால், அது வானவெளியில் சூரியனுக்கெதிர் நிற்கும்போது, அதனுடைய நிழல் சந்திரனுக்கப்பாலும் நீண்டு, குவிந்து செல்லுகிறது. (படம் 34-ஐப் பார்க்க). சந்திரன் ஒரு மாதத்துக்கொரு முறை சுழல்வ

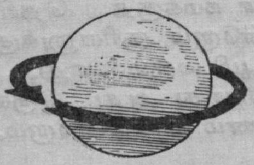



படம் 34

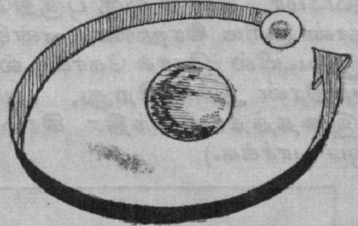
**கிரஹணங்களைப்பற்றின பொது விதிகள்**

*சந்திரனால் சூரியன் மறைபடும்போது சூரிய கிரஹணமும்; பூமியினுடைய நிழலினால் சந்திரன் மறைபடும்போது சந்திர கிரஹணமும் நிகழ்கின்றன*

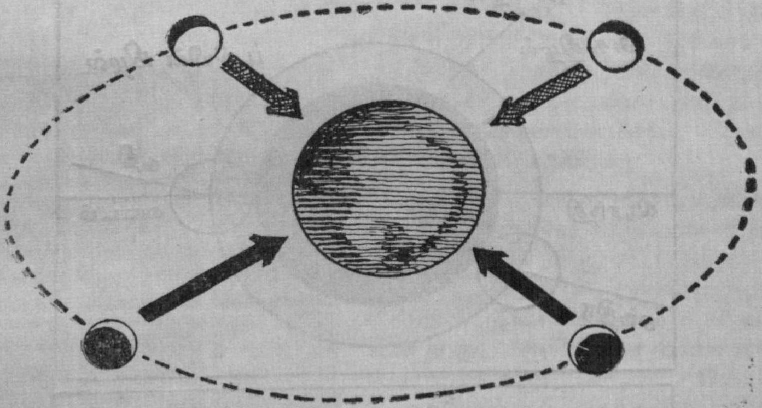
தோடு, பூமியையும் சுற்றிவருகிறது ; பூமியுடன் சூரியனையும் சுற்றி வருகிறது (35-ஆம் படத்தைப் பார்க்க). அமாவாசையன்று சந்திரன் சூரியனுக்கும் பூமிக்குமிடையில் வருகிறது. அப்போது அது சூரிய ஒளியில் மறைபட்டுச் சூரியனுடனே உதித்து, வானத்தைப் பகல் முழுதுங் கடந்து, மாலையில் மறைகிறது. சூரிய ஒளி படாத பாகத்தைத் தான் சந்திரன் நம் பக்கம் திருப்பியுள்ளதாகை



அ



ஆ



இ

படம் 35

சந்திரனின் இயக்கங்கள்

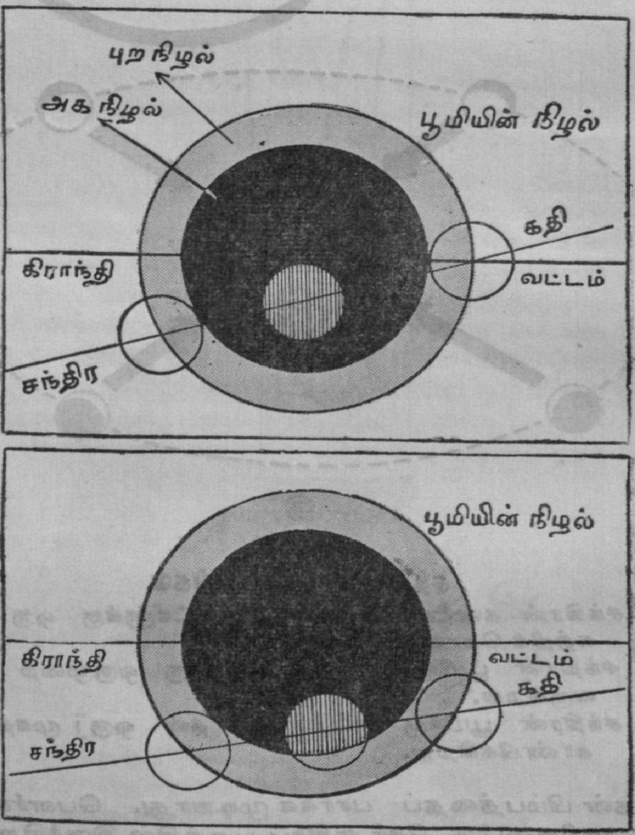
அ. சந்திரன் தன்னைத்தானே 27 நாட்களுக்கு ஒரு முறை சுற்றிக் கொள்ளுகிறது.

ஆ. சந்திரன் பூமியை 27 நாட்களுக்கு ஒருமுறை சுற்றி வருகிறது.

இ. சந்திரன் பூமிக்கு எப்போதும் தன் ஒரு] முகத்தையே காண்பிக்கிறது.

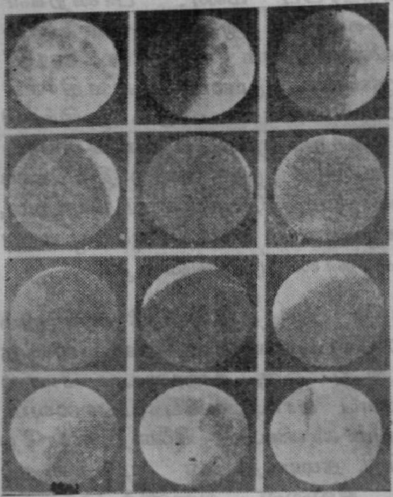
யால் அதன் பிம்பத்தைப் பார்க்க முடியாது. பௌர்ணமியன்று சந்திரன் சூரியனுக்கு நேர் எதிர்ப் புறத்தில் இருக்கிறது. அதனாற்றான் அதனுடைய முழு பிம்பத்தையும் காண்கின்றோம். அமாவாசையன்றும், பௌர்ணமியன்றும் சூரியன், பூமி, சந்திரன் ஆகிய கோளங்கள் வரிசையாக நிற்கின்றன. ஆனால் பூமியின்

கதி மட்டத்திற்குச் சந்திரனின் கதி சிறிது சாய்ந்துள்ளதால் அவை ஒரே நேர்க் கோட்டில் இல்லை. சந்திரன் பூமியின் மட்டத்திற்குச் சிறிது உயர்ந்தோ, தாழ்ந்தோ இருக்கிறது. எனினும் சில சந்தர்ப்பங்களில் இவை மூன்றும் ஒரு நேர்க் கோட்டில் வருகின்றன. சூரியனுக்கும் பூமிக்கும் இடையில் சந்திரன் வரும்போது அது சூரியனை மறைக்கிறது. அதனால் சூரியனுடைய முழு உருவமோ, அன்றி ஒரு பகுதியோ நமக்குத் தெரிவதில்லை. இதைத்தர்ன் சூரிய இரஹணம் என்கின்றோம். சூரியனுக்கும் சந்திரனுக்கும் இடையில் நேர்க் கோட்டில் பூமி வரும்போது, பூமியின் நிழலில் சந்திரன் நுழைகிறது. அப்போது அது இருண்டு விடுகிறது. இதைத்தான் சந்திர கிரஹணம் என்கின்றோம். (புகைப் படம் 6-ஐப் பார்க்க.)




படம் 36
பூமியின் நிழலில் சந்திரனின் நுழைவு
மேல் படம்: பூரண சந்திர கிரஹணம்
கீழ்ப்படம்: பார்சுவ சந்திர கிரஹணம்

சந்திரன், பூமி இவற்றின் கதிகள் இராகுவிலும் கேதுவிலும் ஒன்றையொன்று குறுக்கிடுவதால், அவ்விடங்களிற்றான் இவ்விரு கோளங்களும் சூரியனுடன் நேர்க் கோட்டில் நிற்க முடியும். ஆகவே இராகுவிலும், கேதுவிலுந்தான் சூரிய, சந்திர கிரஹணங்கள் நிகழ முடியும். பூமியினது நிழலின் மத்தியில் நுழையும் போது சந்திரனுடைய முழு வட்டமும் மறைந்து விடுகின்றது. இதற்குப் பூரண சந்திர கிரஹணம் என்று பெயர். சில சமயங்களில் சந்திரன் பூமியின் நிழலின் ஒரு விளிம்பில் நுழைந்து செல்லுகிறது. அப்போது அதனுடைய வட்டத்தின் ஒரு பகுதி தான் மறைபடுகிறது. அதைப் பார்சுவ சந்திர கிரஹணம் என்கின்றோம். (படம். 36) பூர்ண கிரஹணத்தின்போது சந்திரனுடைய பிம்பம் தன் முழு ஒளியையும் இழந்து விடுவதில்லை. அது மங்கிய செப்புப் பந்து போன்று தோற்றுகின்றது. கிரஹணத்தின்போது, பூமியின் பின்புறம் வீசும் சூரிய ஒளி பூமியின் விளிம்புகளினால் பிரதிபிம்பிக்கப்பட்டுச் சந்திரன் மேல் வீசுகின்றது. அப்போது பூமியின் நிழலில் மறைபட்டுள்ள சந்திரன் செந்நிறத்துடன் தோற்றுகின்றது. இக்காரணத்தாற்றான் முழு கிரஹணத்தின் போதும் சந்திர பிம்பத்தை மங்கலாகக் காண்கின்றோம். (புகைப் படம் 6-ஐக் காண்க)



புகைப் படம் 6
சந்திர கிரஹண நிகழ்ச்சியில் சந்திரனின் பல தோற்றங்கள்

---

இரண்டாம் வரிசையில் வலது கோடியில் காண்பது சந்திரனுடைய சம்பூர்ண கிரஹணம். சம்பூர்ண கிரஹணத்தின் போதும் சந்திரனுடைய முழு உருவும் மங்கலாகக் காண்கிறது.

சூரிய கிரஹணம் உலகின் மேல் ஒரு சில இடங்களிற்றான் தெரியும் என்று முன்பு படித்தோம். ஆனால் சந்திர கிரஹணம் உலகில் எல்லா இடங்களிலும் தோற்றுகின்றது. சூரிய கிரஹணத்தைப் போலல்லாது, சந்திர கிரஹணம் உலகமெங்கும் பார்சுவம் பார்சுவமாயும், பூரணம் பூரணமாயுமே காணப்படுகின்றது.

ஓர் ஆண்டில் மொத்தம் ஏழு கிரஹணங்களுக்கு மேல் தோன்ரு, இராகுவும், கேதுவும் பத்தொன்பதாண்டுகட்கு ஒரு முறை பன்னிரண்டு இராசிகளையும் சுற்றி வருவதால், ஒரு சுற்றுப் பிரயாண கால அளவில், அதாவது ஒரு பத்தொன்பதாண்டளவில் எந்தவெந்த நாட்களில் எந்தவெந்த கிரஹணங்கள் நிகழ்கின்றனவோ, அவையே, அதே வரிசைக் கிரமத்தில் அடுத்த பத்தொன்பதாண்

டுக் கால அளவிலும் நிகழும். இக்கால அளவுக்குக் "கிரஹண நிகழ்வு காலம்" (Saros Period) என்று பெயர்.

**கடல்களின் கொந்தளிப்புகள்:** தொடர்ந்து சில நாட்கள் வரையில் கடல்களை நோக்கி வருவோமாயின், நாடோறும் குறிப்பிட்ட வேளைகளிலும், அமாவாசை, பௌர்ணமி ஆகிய நாட்களிலும் அவை கொந்தளிப்பதைக் காணலாம். சூரியன், சந்திரன் இவற்றினது கவர்ச்சியாற்றான் இது நிகழ்கின்றது என்று கலிலேயோவும், கெப்ளரும் கருதினர். எனினும், இதைப் பற்றிய உண்மைகளை நன்கு விளக்கிக் கூறினவர்கள் ஸர் ஐஸக் நியூட்டனும், லாபிளேசுந்தான். சூரியன் தொலை தூரத்திலிருப்பதால் அதன் கவர்ச்சியால் கடல்கள் அதிகமாகப் பாதிக்கப்படுவதில்லை. சந்திரன் அண்மையிலிருத்தலால் அதனுடைய கவர்ச்சிதான் கடல்களைக் கலக்குகின்றது.

சூரியன், சந்திரன் ஆகிய இரண்டும் பூமியைக் காந்தங்கள் போன்று கவர்கின்றன. இதனால் பூமியின் மேற்பரப்பில் அதிர்ச்சியலைகள் உண்டாகின்றன. இம்மேற்பரப்பு மண், பாறைகள் போன்ற திடப்பொருளால் ஆனதாகையால் அவ்வலைகளை நாம் உணர்வதில்லை. எனினும் பூகம்பங்களை அறியும் "சீஸ்மோ கிராப்" (Seismograph) என்ற நுண்ணிய கருவியின் மூலம் இவ்வதிர்ச்சிகளைக் கண்டறியலாம். ஆனால் கடல்களில் காணப்படும் அதிர்ச்சியலைகளைக் கண்கூடாகக் காணலாம். சந்திரனுடைய கவர்ச்சியால் கடல்நீர் பொங்கிக் குவிகிறது. ஒரு நாளில் இருமுறை இக்கொந்தளிப்புண்டாகிறது. அமாவாசையன்றும், பௌர்ணமியன்றும், சந்திரனுடைய கவர்ச்சியுடன் சூரியனுடைய கவர்ச்சியும் ஒன்று சேர்வதால் கடல் எழுச்சி அதிகமாகக் காணப்படுகின்றது.

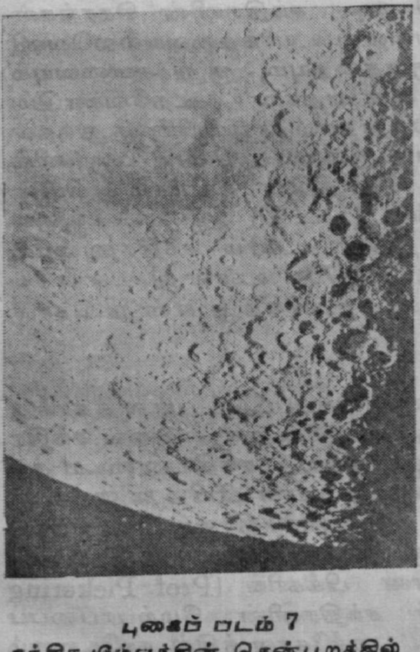
**களங்கம்:** முழுநிலவன்று சந்திர பிம்பத்தில் தோன்றும் களங்கத்தைப் பற்றிப் பல நாடுகளில் பல புலவர்கள் பல பலவிதமாகக் கற்பனை செய்துள்ளார்கள். அது ஒரு நண்டைப் போலவும், மனிதனைப் போலவும், அவ்வைப் பாட்டியைப் போலவும், மானைப் போலவும், முயலைப் போலவும் காண்பார் நினைத்தவாறே தோற்றமளிக்கிறது. "பிரம்மதேவன் தமயந்தியின் முகத்தைப் படைக்கச் சந்திரனின்றும் இருகை நிலவை அள்ளிக்கொண்டதால், அந்த இடத்தின் பின்புறம் தோன்றும் விசும்புதான் களங்கம் என்று கூறப்படுகிறது" என்பது அதி வீரராமப் பாண்டியனின் அழகிய கற்பனை!

ஆனால் உண்மைதான் என்ன? சந்திரனின் மேல்பரப்பு ஒரு கண்ணாடியைப் போல் உள்ளதென்றும், பூமியிலுள்ள கடல்களும், மலைகளும், பள்ளத்தாக்குகளும் அதனுள் பிரதிபலிக்கின்றனவென்றும் ஆதியில் மக்கள் கருதினார்கள். 1610-ஆம் ஆண்டில் கலிலேயோ தன் தூரதரிசினியின் மூலம் சந்திரனைக் கண்டு, சந்திரனிடத்துள்ள இயற்கையமைப்புக்களான கடல்களே களங்க

ளாம் என்று கூறினர். அக்கடல்களை எல்லாம் அவர் அளந்து ஒவ்வொன்றுக்கும் ஒரு பெயரை அளித்தார். அக்கடல்கள் மிக மிகப் பெரியவை, ஒன்றினது பரப்பு $18\frac{1}{2}$ லட்சம் மைல்; மற்றொன்றின் பரப்பு $5\frac{1}{4}$ லட்சம் மைல்.

பிற்கால வான ஆராய்ச்சி இக்களங்கங்களைக் கடல்கள் அல்ல வென்றும், நீர்வளம், உயிர்வளம் அறவே அற்றப் பாழ்வெளிகள் தாம் இவை என்றும் நமக்கு அறிவித்துவிட்டது. ஒரு காலத்தில் சந்திரனில் கடல்கள் இருந்திருக்கலாம். ஆனால் இப்போது அங்கு ஒரு சொட்டுத் தண்ணீரும் கிடையாது.

தூரதரிசினியின் மூலமாக நோக்கும்போது, சந்திரனின் மேற்பரப்பு முழுவதிலும் அநேக வளையங்கள் காணப்படுகின்றன. (புகைப்படம் 7-ஐப் பார்க்க). இவ்வளையங்கள் யாவும் வளைந்து வளைந்து நிற்கும் உன்னதமான மலைத் தொடர்களாகும். முன்னொரு காலத்தில் இவை எரிமலைகளாக இருந்திருக்கலாம் என்று கருதப்படுகின்றது. இத்தொடர்கட்கு மத்தியில் பரந்த வெளிகள் உள்ளன. சந்திரன் மிகச் சிறிய கோளமாகையால், அதன் பரப்பு மிகவும் வளைந்துள்ளது. இக்காரணத்தால் அந்த மலைத் தொடர்கட்கு மத்தியில் நின்று நோக்கினால் அத்தொடர்கள் கண்களுக்குத் தோற்றா. அடிவானத்துக் கீழே அவை மறைந்து விடும். நம் பூமியின் மேல் கடற்கரையில் நின்று பார்க்கும்போது கரையை விட்டுச் செல்லும் கப்பல் மெல்லமெல்ல அடிவானத்தின் கீழ் மறைந்து விடுகிறதல்லவா? அதற்குக் காரணம் பூமியின் கோள வடிவம். அதைப் போலவே சந்திரனுடைய கோள வடிவினால் அதனுடைய மலைத்தொடர்கள் அடிவானத்தின் கீழ் மறைந்து விடுகின்றன.



புகைப் படம் 7
சந்திர பிம்பத்தின் தென்புறத்தில் ஒரு பகுதியின் தோற்றம்

மலைத் தொடர்களால் சூழப்பட்டப் பள்ளத்தாக்குகட்குப் புகழ்பெற்ற அறிஞர்களின் பெயர்கள் அளிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. ஹிப்பார்கஸ், இராடோஸ்தனிஸ், பிளேடோ, கிரிமால்டி, கோபர்நிகஸ் ஆகியவை அப்பெயர்களிற் சிலவாம். சந்திரனின்மேல் உள்ள இப்பள்ளத்தாக்குகளின் தொகை

30,000-க்கு மேல் உள்ளன என்று கணக்கிடப்பட்டிருக்கின்றது. இவற்றையன்றி வேறு மலைத் தொடர்களும் அங்கு உள்ளன. பூமியின மேலுள்ள சில மலைத் தொடர்களின் பெயர்களான காக்கேஸஸ், ஆல்ப்ஸ், அப்பினைன்ஸ், கார்பேதியன் என்பவற்றையே சந்திரனில் உள்ள மலைத் தொடர்களுக்கும் அளிக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

சந்திரனின் மலைச்சிகரங்கள் யாவும் இத்தனை அடி உயரம் என்று கணக்கிடப்பட்டுள்ளன. சூரிய ஒளியினால் இச்சிகரங்களினின்றும் விழும் நிழல்களைக் கொண்டு இவ்வுயரங்களைக் கணக்கிடுதல் மிக எளிது. சில மலைச் சிகரங்கள் மிகவும் உன்னதமானவை. டோர்பல் சிகரத்தின் உயரம் 26,691 அடி; நியூடன் 23,853 அடி; இராமேஸ்தனிஸ் 15,750 அடி. இவற்றுடன் பூமியின் மேலுள்ள சில சிகரங்களை ஒப்பிட்டு நோக்கலாம். இந்தியாவில் உள்ள எவரஸ்டு சிகரத்தின் உயரம் 29,000 அடி; ஸ்விட்ஸர்லாந்தில் உள்ள மாண்டுபிளாங்கின் உயரம் 15,870 அடி. சந்திரனின் சிகரங்கள் எவையும் எவரஸ்டைப் போல் அவ்வளவு உயர்ந்தவையல்லவெனினும், அக்கோளத்தின் சிறிய உருவத்தையும், குறுக்களவையும் நோக்கும்போது, மிகப் பெரியவை என்றுதான் கூறவேண்டும். சந்திரனின் குறுக்களவு 2,160மைல்; அதாவது பூமியின் குறுக்களவில் 4-ல் ஒரு பங்கு. அதனுடைய உருவமும் பூமியின் பருமனில் 80-ல் ஒரு பங்குதான். எவரஸ்ட் சிகரத்தின் உயரம் பூமியின் குறுக்களவில் 1140-இல் ஒரு பங்கு (1/1140) ஆகும். ஆனல் சந்திரனின் மிக உன்னதமான சிகரத்தின் உயரம் சந்திரனுடைய குறுக்களவில் 470-இல் ஒரு பங்கு (1/470) உள்ளது. எனவே எவரஸ்டைவிட சந்திரனுடைய சிகரமே உயர்ந்தது என்று கொள்ளலாம்.

**அதிசய ஒளிக்கதிர்கள்:** மேலே விவரிக்கப்பட்டப் பள்ளத்தாக்குகளிலிருந்து ஒரு வகை ஒளிக்கதிர்கள் வீசுகின்றன. இவை சந்திரனால் பிரதிபிம்பிக்கப்படும் சூரிய ஒளியல்ல. சந்திரனுடைய சுய வொளிதான். இவ்வொளி என்ன, எப்படி உண்டாயிற்று என்பன இன்னும் மர்மாகவேஇருக்கின்றன. சில ஒளிக்கதிர்கள் பௌர்ணமியன்றும், மற்றுஞ்சில எல்லா நாட்களிலுமே வீசுகின்றன. ஹார்வார்டு பல்கலைக்கழகப் பேராசிரியரான பிக்கரிங் (Prof. Pickering of Harward University) என்பார் சந்திரனின் மேற்பரப்பைப் பற்றிய ஆராய்ச்சிகள் பல புரிந்தார். அக்கோளத்தில் நாடோறும் பலமாறுபாடுகள் ஏற்படுவதாகவும், அது ஒருஉயிர்வளமுமற்றதல்லவென்றும், அதற்கும் வாயு மண்டலம் உண்டென்றும், அங்குற்றச் சில எரிமலைகள் இன்னும் கனலைக்கக்குகின்றனவென்றும், கொதிக்கும் வாயுகளும், புகைப்படலங்களும் கலந்து வெளியேறிக் கொண்டுள்ளனவென்றும், நீராவியெல்லாம் பனியாய் உறைந்துள்ளனவென்றும் அவர் கூறினர்.

ஆனால் இக்கால ஆராய்ச்சியில் சந்திரனுக்கு வாயுமண்டலம் இல்லை என்று திட்டமாய்த் தெரிந்துவிட்டது. எனவே, அங்கு மேகம், பனி, மூடுபனி, தண்ணீர் இவை யணுவளவேனும் கிடையாது. தண்ணீர் இல்லாவிடின் எவ்வகை உயிரும் வாழ முடியாது. புல், பூண்டு, பாசி, புழு ஆகிய ஓரறிவு, ஈரறிவு உயிர்கள்கூட அங்கு வாழ்வதரிது. அடுக்கடுக்காய், வரிசைவரிசையாய், வளையம் வளையமாய், அமைந்துள்ள மலைகளையும், பல பிளவுகளையும், பள்ளத்தாக்குகளையும் கொண்ட, களையற்ற, உயிரற்ற, ஒரு வறண்ட உலகந்தான் சந்திரன். அங்கு சூரியனுடைய வெப்பம் தாக்குமிடங்களில் 250°F சூடு ஏறுகிறது. சூரிய ஒளியின்றி இருண்டுள்ள இடங்களில் குளிர் அதிகம் வாட்டுகின்றது. தண்ணீர் பனிக்கட்டியாக மாறுவதற்கு 32°F தட்பம் வேண்டும். அதைவிட 300°F குறைந்துள்ளது அந்தக்குளிர்! எனவே சந்திரனின் ஒருபுறம் கல்லு முருகும் வெப்பத்தையுடைய பாலைவனமாகவும், மற்றொருபுறம் காற்றும் பனிக்கட்டியால் உறைந்துவிடும் குளிரையுடைய பனிக்காடாகவும் இருத்தலால் அங்கு எவ்வித உயிரும் வாழவே முடியாது.

காலப்போக்கில் நம் பூமியும் தன்னுடைய சுழற்சியின் வேகங்குன்றி, வாயுமண்டலத்தையும், தண்ணீரையும் இழந்துவிடுமானால் சந்திரனுக்கு நேர்ந்துள்ள அழிவு இதற்கும் நேரிடக்கூடும். காலத்தின கோளாறினால் சந்திரன் பூமியை நெருங்கி வருமாயின், அது பூமியின் கவர்ச்சியில் சிக்குண்டு, பல்லாயிரம் துண்டுகளாக வெடித்துச் சிலகாலம் பூமியைச் சுற்றிச் சுற்றி வந்து, இறுதியில் பூமியின்மேல் பெரும் கல்மாரியாகப் பொழியும். சந்திரனுடைய வாழ்நாளும், பூமியின்மேல் உள்ள உயிர் வகைகளின் வாழ்நாளும் அவ்வளவோடு முடிவு பெற்றுவிடும். ஆனால் இது வெறும் ஊகந்தான். படைப்பின் விசித்திரத்தை யாரும் இதுவரை அறிந்தாரில்லை.

இறுதியில் சந்திரனுக்குப் போவதற்கு இக்கால விஞ்ஞானிகள் எடுத்துக் கொள்ளும் முயற்சிகளைப் பற்றிச் சிறிதளவு நாம் அறிந்து கொள்ளுவது நலம். சந்திரன் மிகமிக அண்மையிலிருப்பதால் அங்கு நேரிற் செல்லவேண்டும் என்ற பேரவா விஞ்ஞானிகட்குள் மூண்டு வருகிறது. அணுவைத்தகர்த்து அதன் மூலம் இராக்கத சக்தியை வெளியாக்கிய பிறகு, அச்சக்தியைக் கொண்டே ஒரு வெடி விமானம் (Rocket) சமைத்து, அதைக்கொண்டு சந்திரனுக்குப் போகக்கூடும் என்பது அவர்களின் பூரண நம்பிக்கை. இன்னும் இருபது ஆண்டுகளில் இம்முயற்சிகள் கைகூடலாம் என்று கூறப்படுகின்றது. அணுவுக்குள் நுழைந்து நோக்கும் விஞ்ஞானம் எதைத்தான் சாதிக்காது?

# அத்தியாயம் 12

## புதன்

புதன் சூரியனுக்கடுத்துள்ள கோளாகும். இதனுடைய குறுக்களவு 2,100 மைல்; இதனுடைய பரப்பு பூமியினது பரப்பில் 7-ல் ஒருபங்கு ($\frac{1}{7}$); பரிமாணம் (Mass) பூமியின் பரிமாணத்தில் 16—ல் ஒருபங்கு ($\frac{1}{16}$); திண்மை நம்முடைய கற்பாறைகளின் திண்மைக்குச்சமம். பூமியின் கவர்ச்சியில் 4-ல் ஒரு பங்குதான் புதனுக்குண்டு. ஒரு மனிதனுடைய எடை இங்கு 150 பவுண்டானால், புதனில் அவனுடைய எடை 40 பவுண்டுதான் இருக்கும். இக்கோள் சூரியனை 88 நாட்கட்கு ஒருமுறை சுற்றி வருகின்றது. பூமியின்மேல் விநாடிக்கு $7\frac{1}{2}$ மைல் வேகத்தில் ஒருபொருள் மேலே எறியப்பட்டால், அது பூ கவர்ச்சியினின்றும் விடுபட்டு வானவெளியில் பறந்து போய்விடும் என்றறிந்தோம். ஒரு பொருளைக் கவர்ச்சியினின்றும் விடுவிக்கும் வேகத்திற்கு "விடுதலை வேகம்" (Velocity of Escape) என்று பெயர். புதனின் விடுதலை வேகம் விநாடிக்கு $1\frac{1}{2}$ மைல்.

புதனுக்கும் சூரியனுக்குமுள்ள சராசரி தூரம் 3,60,00,000 மைல்; அது உச்சத்தில் 4,30,00,000 மைலும், நீச்சத்தில் 2,80,00,000 மைலும் உள்ளது. பூமியை 116 நாட்கட்கொருமுறை புதன் கடந்து செல்கிறது.

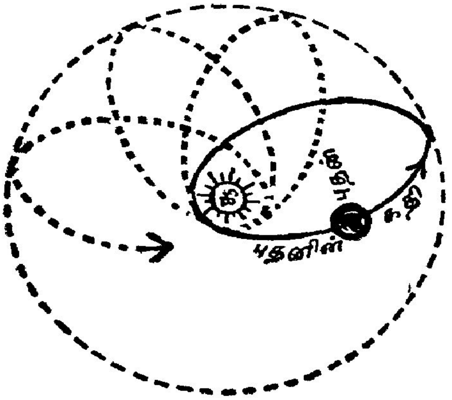
சந்திரன் சூரியனை ஒருமுறை சுற்றிவர $29\frac{1}{2}$ நாட்களும், தன்னைத்தான் சுற்றிக்கொள்ள அதே $29\frac{1}{2}$ நாட்களும் ஆகின்றன அல்லவா? அதைப் போலவே புதனும் சூரியனை 88 நாட்களில் சுற்றுவதைப்போன்று தன்னைத்தானும் அதே 88 நாட்களில் சுற்றிக் கொள்ளுகிறது.

அதற்கு ஒரு நாட்பொழுதும் ஓராண்டும் ஒரே யளவுதான். ஆகவே சந்திரனைப்போல் இதுவும் எப்போதும் சூரியனுக்கு ஒரு முகத்தையே காட்டிக்கொண்டிருக்கிறது. அதனுடைய ஒரு பாதியில் எப்போதும் பகல். மற்றொரு பாதியில் எப்போதும் இரவு! சூரியனை நோக்கித் திரும்பியுள்ள பக்கத்தில் எப்போதும் சூரியவெப்பம் தாக்கிக்கொண்டிருப்பதால், அங்கு கனல் வீசுகின்றது. அவ்வெப்பத்தினளவு 770°F வரை ஏறக்கூடும். சூரியனுக் கெதிர்ப்புறத்தில் உள்ள பாதியில் ஒரே இருள் ஆகையால் அங்கு அளப்பரும் குளிர் வாட்டுகிறது. சந்திரனுடைய வெப்பம் 214°F இதற்குமேல் இல்லை. எனவே சூரியமண்டலத்தில் மிகவும் வெப்பமான கோள் புதன் ஒன்று தான்.

தூரதரிசினியில் நோக்கும்போது, சந்திரனைப் போலவே புதனுக்கும் பிறைகள் காணப்படுகின்றன.

புதன் சில சமயங்களில் சூரியனுக்கும் பூமிக்குமிடையில் நேர்க்கோட்டில் வருகிறது. அப்போது அது சூரிய பிம்பத்தின் மேல் ஒரு கரும் புள்ளிபோல் தோற்றுகிறது. இந்நிகழ்ச்சி மூன்றாண்டுகட்குமேல் பதின்மூன்றாண்டுகள் வரையிலுள்ள கால அளவில் இடைவிட்டுத்தோன்றலாம். பெரும்பாலும் மே மாதத்திலும் நவம்பர் மாதத்திலும் இது நிகழ்கின்றது.

புதன் தன் கதியில் நீச்சத்தில்வரும்போது அதனுடைய இயக்கத்தில் சிலமாறுதல்கள் புலப்பட்டன. கோள் இயக்கங்களைப் பற்றிய எந்த விதிகளாலும் அந்த மாறுதல்களுக்குக் காரணம் காட்ட முடியவில்லை. ஐன்ஸ்டைன் அவர்களின் தொடர்பு வாதத்தைச் சோதிக்கும் போதுதான் விஞ்ஞானிகள் காரணத்தைக் கண்டனர். (37-ஆம் படத்தைப் பார்க்க) சூரியனைப் புதன் அண்டவடிவத்தில் சுற்றுகிறதென்று நியூடன் சொன்னார். ஐன்ஸ்டைன் அதை ஒப்புக்கொண்டு, மற்றொரு உண்மையையும் எடுத்துரைத்தார். அஃதென்னவெனின், புதனுடைய அண்ட வடிவமான கதியே, புதன் ஓடும் திக்கில் சூரியனைச்சுற்றி வருகின்றது என்று அவர் விளம்பினார். இப்பெயர்ச்சியை அறிந்து கொள்ளப் பல்லாயிரம் ஆண்டுகள் செல்லவேண்டுமாயினும் அறிவினால் அதை உணர்ந்துகொண்டது மனித உள்ளத்தின் மாண்பாகும். பல சந்தர்ப்பங்களில் விஞ்ஞானிகள் பல சோதனைகள் செய்து ஐன்ஸ்டைன் கொள்கையின் உண்மையில் உறுதி கண்டுள்ளார்கள்.




படம் 37
புதனுடைய கதியின் சுழற்சி
ஐன்ஸ்டைன் அவர்களின் தொடர்பு
வாதத்தில் நிரூபிக்கப்பட்டது.

புதனை இரவிற்காண வியலாது. அது சூரியனுக் கண்மையிலேயே சுற்றிக் கொண்டிருத்தலால், சூரியனுள்ள திக்கை நோக்கினாற்றான் அதைக் காணலாம். எப்போதும் சூரிய ஒளியில் அது மறைந்து கிடக்கிறது.

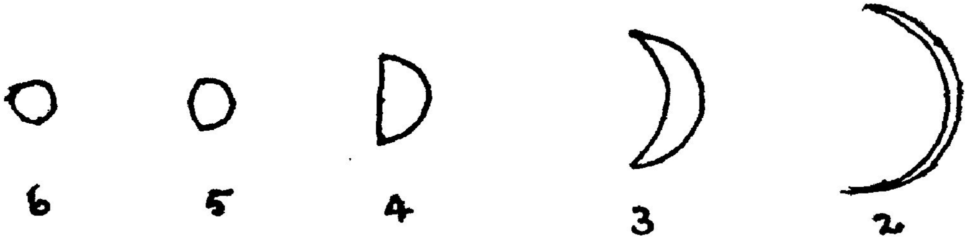
# அத்தியாயம் 13

## வெள்ளி

என்ன அழகான பெயர்! இக்கோளின் எழில் வளத்தை யெல்லாம் எடுத்துக் காட்டுகிறது அது. சந்திரனுக்கு அடுத்த படியாக, முன்னிரவிலோ அன்றிப் பின்னிரவிலோ வானத்தில் தனியரசு செலுத்தி வனப்புடன் விளங்குவது வெள்ளி. சில நாட்களில் வெள்ளி கீழ்வானத்தில் விடியற்காலையில் "முளைக் கிறது." அப்போது மக்கள் தததம் உறக்கத்தை நீத்துத் தம் வாழ்க்கைப் பணிகளையாற்றத் தொடங்குகின்றார்கள். நெஞ்சை மருட்டிய இரவு கழிவதையும், சிறிது நேரத்தில் இளஞ் சூரியன் பிறந்து மக்களுக்குப் புத்துணர்ச்சியையும், புது நம்பிக்கையையும் அளிக்கப்போவதையும் முன்னறிவிப்பது வெள்ளி. இது வானத் தில் ஒரு ஜோதிமயமான வைரம்போன்று, நெஞ்சையள்ளும் தனித்தச் சோபையுடன் மிளிர்கிறது.

வெள்ளி உருவம், பரிமாணம், திண்மை இவற்றிலெல்லாம் பூமியை ஒத்துள்ளது. இதைப் பூமியுடன் பிறந்த இரட்டைக் குழந்தை என்று கூறுவதுண்டு. இதனுடைய கதி ஏறக்குறைய வட்டவடிவமானது. இதனுடைய உச்ச தூரம் 6,75,00,000 மைல்; நீச்ச தூரம் 6,65,00,000 மைல். பேதம் 10 லட்சம் மைல்தான். வெள்ளியின் குறுக்களவு 7,600 மைல்; திண்மை 5·21; விடுதலை வேகம் விநாடிக்கு 6·5 மைல்; குறுக்களவு 7,600 மைல். இது பூமியின் பரிமாணத்தில் 5-ல் நான்கு பங்கும், பூ கவர்ச்சியில் 10-ல் 9 பங்கும் கொண்டிருக்கிறது. பூமியின்மேல் பகலின் காலஅளவு சராசரி 12 மணி. வெள்ளியின் பகல் நம் கணக்கில் 30 நாட்கள் என்று கருத இடமிருக்கிறது. பகல் இரவு களின் கால அளவுகள் இன்னும் அறியப்படவில்லை. வெள்ளி யினுடைய ஆண்டு 7 நாட்களைக் கொண்டதாகும். வெள்ளி நமக்கருகில் வரும்போது அதன்தூரம் 2,60,00,000 மைல்; சேய்மை யில் செல்லும்போது 16,00,000,000 மைல்.

சந்திரனைப் போலவே வெள்ளியும், சூரியனுக்கும் பூமிக்கும் இடையில் சில நாட்கள் வருகின்றது. அப்போது இதனுடைய உருவம் வளைந்து அறிவாள் போல் இருக்கிறது. அதனுடைய பிம்பம் முழுவதையும் நாம் காண்பதில்லை. எனினும் அபபோது தான் அது ஒளி மிகுந்து விளங்குகிறது. மற்றுஞ் சில நாட்களில் அது சூரியனுக்கப்பால் சென்று விடுகின்றது. அப்போது அது முழுமதிபோல் வட்ட உருவுடன் தெரிகின்றது. எனினும் வெகு தொலைவிலுள்ளதால் அவ்வுருவம் மிகவும் சிறியதாகக் காணகி றது; அப்போது அதற்கு ஒளியும் குன்றி விடுகின்றது. வெள்ளி யின் பிறைகளை 38-ஆம் படத்தில் பார்க்கலாம்.




படம் 38

**வெள்ளியின் பிறைகள்**

வெள்ளியைக் காண வேண்டுமாயின், சூரியன் மேற்கில் மறைந்த பிறகு சில நாட்களில் மேற்கு வானத்தைப் பார்க்கவேண்டும்; அல்லது சூரிய உதயத்துக்கு முன்பு கிழக்கு வானைப் பார்க்க வேண்டும். இஃதும் புதனைப் போலவே சூரியனை நெருங்கிச் சுற்றி வருகின்றதாகையால், இது உச்சி வானை எட்டுவதில்லை. 584 நாட்களுக்கு ஒரு முறை இது சூரிய அஸ்தமனத்துக்குப் பிறகு அரை மணி வரையில் கண்ணுக்குத் தோன்றி அஸ்தமனமாய்விடுகிறது. ஒவ்வொரு நாளும் மேற்கில் வானத்தில் சிறிதுசிறிதாக உயர்ந்து கொண்டே வருகிறது. அப்போது அதன் ஒளியும் அதிகரித்துக் கொண்டே வருகிறது. மறுபடியும் அது நாள் தோறும் மெல்ல மெல்லக் கீழே இறங்குகிறது. திரும்பிச்செல்லும் இந்த இயக்கத்திற்கு "வக்கரித்தல்" (Retrograde motion) என்று பெயர். இறுதியில் ஒரு நாள் மேற்கு அடி வானத்தில் மறைந்து விடுகிறது. பிறகு 2 வாரங்கள் வரை அதை நாம் பார்க்க முடியாது. அப்போது அது "மூடத்தில்" இருப்பதாகச் சொல்லுகிறோம். மூடம் முடிந்த பிறகு வெள்ளியானது சூரியனோதயத்துக்கு முன்பு அடி வானத்தில் காணப்படுகின்றது. நாட்கள் செல்லச் செல்ல வானத்தில் உயர்ந்துக்கொண்டே வருகிறது. அப்போது அதனுடைய ஒளியும் அதிகரிக்கிறது. உயர்ந்த நிலையை அடைந்த பிறகு, மீண்டும் நாளுக்கு நாள் கீழே இறங்கி இறுதியில் ஒரு நாள் சூரியோதய ஜோதியில் கலந்துவிடுகிறது. புதனைப்போலவே வெள்ளியும் சூரியனுக்கு மேலும் கீழுமாக ஒரு பெண்டுலத்தைப் போன்று ஆடிக்கொண்டிருக்கின்றது.

**வாயு மண்டலம்:** வெள்ளியின் உண்மையான தோற்றத்தைத் தூர தரிசினியாலும் காணமுடியவில்லை. அதைச் சுற்றிலும் இடைவிடாமல் சூழ்ந்து நிற்கும் வாயு மண்டலம் நம் பார்வையைத் தடுத்து விடுகிறது. இவ்வாயு மண்டலம் மிக மிக அடர்த்தியானது. இதில் நீராவியும் மேகமும் கலந்திருத்தலால், வெள்ளியின் மேல் மழை பொழியக்கூடும் என்று நம்பப்படுகின்றது.

நம் வாயு மண்டலத்தில் பிராண வாயு (Oxygen) ஒரு பங்கும், உப்பு வாயு (Nitrogen) நான்கு பங்கும் கலந்திருக்கின்றன. அவற்று

டன் சிறிதளவு நீராவியும் (Vapour), கரியமில வாயுவும் (Carbon-dioxide), ஆர்கானும் (Argon), நியானும் (Neon), கிரைடனும் (cryton) ஜீனனும் (Zenon), கலந்துள்ளன. நம் வாயு மண்டலத்தின் சிறப்பு என்னவெனின், அதனுள் பிராண வாயு அதிகமாகக் கலந்திருப்பது தான்.

பிராண வாயு எப்போதும் இயற்கையில் தனித்துநிற்க விரும்புவதில்லை. இரசாயன சாஸ்திரத்தில் இதற்குச் சுறுசுறுப்பான வாயு என்று பெயர். ஏனெனில் இது தனித்து நிற்காமல் பிற பொருள்களோடு கலந்துவிடுகிறது, அவ்வாறு இது இரும்புடன் கலக்கும்போது, இதை இரும்பு ஆக்ஸைட் (Iron-Oxide) அல்லது துரு என்கின்றோம். பிற பொருள்களோடு எளிதில் கலந்துவிடும் பண்பினுல் வாயு மண்டலத்தில் இதனுடைய அளவு குறைந்துகொண்டே போகிறது. மழையினுலும், காற்றினுலும், கற்பாறைகள் புரைபுரையாகக் கரைந்துவிடுகின்றன. அப்படிக் கரைந்து போம்போதெல்லாம் காற்றில் உள்ள பிராண வாயு அப்பாறைகளுடன் கலந்துவிடுகின்றது. இவ்வாறு கரைந்து ஆறுகளினுல் மணலாகவும், களிமண்ணுகவும், சேருகவும் கடலில் கொண்டு சேர்க்கப்பட்டப் பாறைகளின் அளவுக்குக் கணக்கே இல்லை. பல கற்பகாலங்களில் இவ்வாறு பாறைகளுடன் கலந்த பிரரண வாயுவும் கணக்கிலடங்காது. அப்படி இருந்தும் காற்றிறுள்ள பிராண வாயுவின் அளவு மட்டிலும் குறையாமல் இருந்து கொண்டே வருகிறது. இது ஒரு விந்தையல்லவா?

ஒரு பாங்கியில் நம் கணக்கிலுள்ள பணம் செலவழிந்து கொண்டே போகையில், அசல் தொகை குறையாமலே இருத்தல் வியப்பையே அளிக்கும். புதிய வருவாய்க்கு ஒரு வழி இருந்தாக வேண்டும். அதைப் போலவே பிராண வாயு நாள் தோறும் பிற பொருள்களுடன் சேர்ந்து செலவழிந்து போனுலும், அது மீண்டும் மீண்டும் உற்பத்தியாகிக் கொண்டேதான் இருக்கிறது. அது எவ்வாறெனில், பூமியின்மேலுள்ள தாவர வகைகள் தம்மைச் சுற்றியுள்ள காற்றிலிருக்கும் கரியமில வாயுவையுண்டு, அதில் உள்ள கரியைத் தம் உடலுக்கு ஊணுக்கிக்கொண்டு, பிராண வாயுவை திரும்பவும் வெளி விடுகின்றன. இந்த முறையில் கரியமிலவாயுவும் செலவழிந்து கொண்டே போயிடின் அதற்கும் ஒரு வருவாய் வேண்டுமல்லவா? இறந்து அழிந்து போகிற தாவரங்களிலிருந்து இக்கரியமில வாயு புதிதாக உற்பத்தியாகிக் கொண்டே இருக்கிறது. இதனல், காற்றில் பிராணவாயு மிகுந்திருக்க வேண்டுமானுல் தாவர வகைகள் நிறைந்திருக்கவேண்டும் என்று நாம் அறிந்து கொள்ளுகிரும்.

இப்போது வெள்ளியைச் சூழ்ந்துள்ள வாயுமண்டலத்தைச் சோதிப்போம். அம்மண்டலத்திலிருந்து வீசுகின்ற ஒளிக்கதிர்களை ஸ்பெக்ட்ராஸ்கோப் மூலமாய் நோக்குங் காலையில் அங்கு அணுவளவேனும் பிராணவாயு இருப்பதாகத் தெரியவில்லை.

ஆனால் கரியமில வாயு மலிந்திருப்பதாகத் தெரிகிறது. நம் பூமியின்மேல் உள்ள வாயுமண்டலம் 200 மைல் உயரம் பரவியிருப்பதாக முன்பு அறிந்தோம். இதை 5½ மைல் உயரமாகக் குறுக்கு வோமாயின், இதனுள் கலந்துள்ள கரியமில வாயுவின் உயரம் 30 அடி இருக்கும். ஆனால் வெள்ளியின் வாயு மண்டலத்தில் எப்போதும் கரியமிலவாயு இரண்டு மைல் உயரம் உள்ளது. 30 அடி எங்கே, 2 மைல் எங்கே!

இதன் பொருள் என்ன? முன்னொரு காலத்தில் நம் உலகம் தோன்றியபோது அதன்மீது உயிர் வகையே இல்லாமலிருந்தது. இந்நிலையில் பல கோடி யாண்டுகள் கழிந்த பிறகுதான் உயிர் வண்மை உண்டானது. அந்தத் தொடக்கக் காலத்தில் உலகம் எவ்வாறு இருந்ததோ அந்நிலையிற்றான் இன்று வெள்ளியும் உள்ளது. அங்கு இன்னும் உயிர் தோற்றவில்லை என்று நாம் கருத வேண்டியிருக்கிறது. இன்னும் பல கோடியாண்டுகட்குப் பிறகு அங்கும் உயிர் வகைகள் தோன்றக்கூடுமோ என்னவோ!

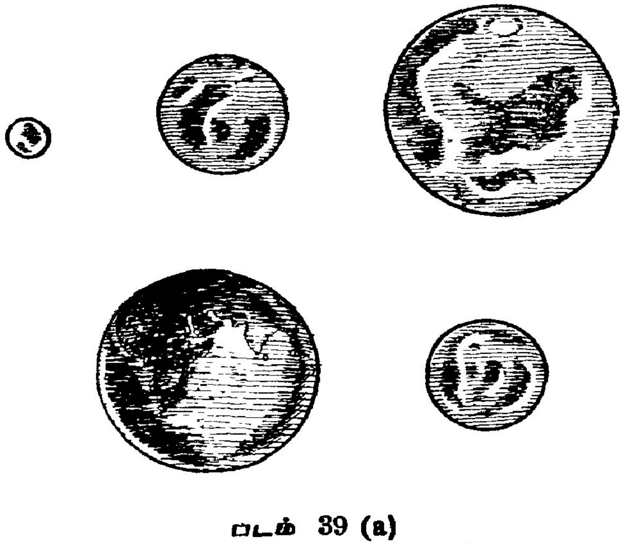
பூமியைவிட வெள்ளி சூரியனுக்கண்மையிலிருப்பதால் அங்கு சூரியனுடைய வெப்பம் அதிகமாகத் தாக்குகிறது. மற்றும் கரியமிலவாயு கலந்துள்ள வாயுமண்டலத்தை ஊடுருவி வெப்பக்கதிர்கள் வெளியேறுவதில்லை யாகையால், வெள்ளியின் மேற்பரப்பில் உள்ள வெப்பம் வெளிவராமல் அங்கேயே தங்கி விடுகிறது. அதனால் அங்கு 212°F அளவு வெப்பம், அதாவது தண்ணீர் கொதிப்பதற்கு வேண்டிய சூடு இருக்கக்கூடும் என்று எண்ண வேண்டியிருக்கிறது. வெள்ளியில் மாபெருங் கடல்களும், சதுப்பு நிலங்களும் நிறைந்துள்ளன என்று ஊகிக்கவும் இடமிருக்கிறது.

புதனைப் போலவே வெள்ளியும் சிற்சில சமயங்களில் சூரியனுக்கும் பூமிக்கும் இடையில் வருகிறது. அப்போது அது சூரிய பிம்பத்தின் குறுக்கே ஒரு கரும்புள்ளி போன்று காணப்படுகின்றது. சூரிய பிம்பத்தை அது கடந்து செல்ல 8 மணி நேரம் செல்லுகிறது. ஒரு காலத்தில் சூரியனுடைய தூரத்தைக் கணக்கிட வெள்ளியின் நிலைகள் பயன்படுத்திக் கொள்ளப்பட்டன. இது சூரியனை எந்த எந்த காலங்களில் கடந்து சென்றது என்றும், வருங் காலத்தில் எப்போது கடந்து செல்லும் என்றும் கணக்கிடப்பட்டிருக்கிறது. 1631, 1639, 1761, 1769, 1874, 1882 இந்த ஆண்டுகளில் அது கடந்து சென்றது. அடுத்த நிகழ்ச்சி 2004-ம் ஆண்டு ஜூன் மாதம் 8-ஆம் தேதியும், 2012-ம் ஆண்டு ஜூன் மாதம் 6-ஆம் தேதியும் நிகழும்.

# அத்தியாயம் 14
## செவ்வாய்

செவ்வாய் பூமியைவிட உருவத்திற் சிறியது. அதன் குறுக்களவு 4,200 மைல் ; திண்மை 3·9 ; விடுதலை வேகம் விநாடிக்கு 3·2 மைல் ; இதன் மேற்பரப்பின் அளவு பூமியின் மேற்பரப்பில் 7-ல் இரண்டு பங்கு (2/7) ; இதன் கவர்ச்சி பூமியின் கவர்ச்சியில் மூன்றில் ஒரு பங்காகும். பூமியின்மேல் 150 பவுண்டு எடையுள்ள ஒரு மனிதன் செவ்வாயின்மேல் 50 பவுண்டு எடையுள்ளவனாக இருப்பான்.

செவ்வாய்க்கும் சூரியனுக்குமுள்ள சராசரி தூரம் 14,15,00,000 மைல். அது நம் பூமிக்கருகில் 15 அல்லது 17 ஆண்டுகட்கு ஒருமுறை 3,50,00,000 மைல் தூரத்தில் வருகிறது. அப்போது செவ்வாய்க்கும் சூரியனுக்கும் இடையில் பூமி நிற்கிறது. அச்சந்தர்ப்பந்தான் செவ்வாயைப்பற்றிய ஆராய்ச்சிக்கு மிகவும் உகந்தது.



படம் 39 (a)

செவ்வாயின் தோற்றங்கள்

மேல்படம் : செவ்வாய் பூமிக்கு மிகவும் தொலைவில் செல்லும் போதும், வெகு அண்மையில் வரும்போதும் நமக்குத் தோற்றமளிக்கும் அதன் பிம்பத்தின் ஒப்பளவுகள்.

கீழ்ப்படம் : பூமி, செவ்வாய் இவற்றினது உருவங்களின் ஒப்பளவுகள்.

இக்கோளுக்கு இரண்டு சந்திரர்கள் (உபகோள்கள்) உண்டு அவை 1877-ஆம் ஆண்டு கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. வெற்றுக்

கண்களுக்கு அவை புலப்படா. சக்திவாய்ந்த தூரதரிசினியின் மூலந்தான் அவற்றை நோக்கமுடியும். ஒரு சந்திரனின் பெயர் டெய்மாஸ் (Deimos). அதன் குறுக்களவு 10 மைல். அது செவ்வாய்க்கு 14,600 மைல் தூரத்தில் சுற்றுகிறது. அது ஒரு முறை சுற்றிவர 30 மணி, 18 நிமிஷங்கள் ஆகின்றன. மற்றொன்றின் பெயர் போபோஸ் (Phobos) அதன் குறுக்களவு 56 மைல். அது 7 மணி 39 நிமிஷத்தில் செவ்வாயைச் சுற்றிவிடுகிறது. அதற்கும் செவ்வாய்க்குமுள்ள தூரம் 5,828 மைல். செவ்வாய் 24 மணி, 37 நிமிஷம், 23 விநாடிகளில் ஒருமுறை சுழல்கிறது. இது ஒரு முறை சுழல்வதற்குள் போபோஸ் இதை மூன்றுமுறை சுற்றி வந்துவிடுகிறது. செவ்வாயிலிருந்து பார்த்தால் இந்தப் போபோஸ் மேற்கிலுதித்துக் கிழக்கில் அஸ்தமிப்பதைப்போல் தோற்றும். செவ்வாய் சூரியனை 687 நாட்களுக்கொருமுறை சுற்றி வருகிறது. அதன் அச்சு 24° சாய்ந்திருக்கிறது.

படம் 39 (b)
செவ்வாய் தூரதரிசினியில் தோற்றும்விதம். அதன் உச்சியில் வெண்மையாக இருப்பது பனிப்படை.

வானவெளியில் செவ்வாய், தன் பெயருக்கேற்ப, செவ்வொளி வீசி உலவிவருகிறது. தூரதரிசினியில் இது பேரழகுடன் விளங்குகிறது. இது ஆரஞ்சு நிறமுடையது. இதன் உடல்முழுதும் கருங்கோடுகள் ஓடுகின்றன. அதன் இரு துருவங்களிலும் வெண்மையானபடைகள் காணப்படுகின்றன. (39(b)-ஆம் படத்தைப் பார்க்க).

வெள்ளியைப் போன்று செவ்வாய்க்கு மேகமண்டலம் இல்லை. ஆகவே இக்கோளின் மேல்பரப்புத் தெளிவாகக் காணப்படுகிறது. அதன்மேல் காணப்படும் கருங்கோடுகள் எக்காலத்திலும் மறையாமல் தோன்றுகின்றன. அங்கு மலை என்பதே கிடையாது. எங்கும் ஒரே சமவெளி. செவ்வாயின் பருவபேதங்கட்குத் தக்கவாறு துருவத்திலுள்ள வெண்படைகள் குறைவதும் நிறைவதுமாகக் காணப்படுகின்றன. நம் துருவங்களில் என்றும் பனிப்படைகள் உறைந்து கிடப்பதுபோன்று செவ்வாயின் துருவங்களிலும் பனிக்கட்டிகள் செறிந்து கிடக்கின்றன. அவைதாம் தூரதரிசினியில் காணப்படும் வெண்படைகள் (Polar Caps).

செவ்வாயில் கோடைக்காலம் வந்ததும், துருவத்திலுள்ள பனிப்படைகள் உடைந்து உருகி, பெயர்ந்து போகின்றன. அப்போது அங்கு பெரும் உடைப்புகள் காணப்படுகின்றன. அந்தப் பனிப்படைகள் பூமியின் துருவங்களில் உறைந்து கிடக்கிற பனி மலைகளைப்போன்று அவ்வளவு பெரியவையல்ல. அவை ஒரு சில அங்குலம் தடிப்புடையவைதான் என்று கொள்ளப்படுகிறது.

மேற்கூறியவாறு கருங்கோடுகள் என்றும் மறையாமல் காணப்பட்டாலும், அவற்றில் பலவிதமான மாறுபாடுகள் நிகழ்ந்துகொண்டே இருக்கின்றன. பெரிய தூரதரிசினிகளில் நோக்கப்படும்போது, இக்கோடுகள் முதலில் பசுமையாகவும், சில நாட்களில் கரும்பச்சையாகவும், பிறகு மஞ்சளாகவும், பழுப்பாகவும் வண்ணபேதங்களடைகின்றன. செவ்வாயின்மேல் பருவங்கள் மாறும்போது இந்த மாறுபாடுகளையும் காண்கின்றோம். பூமியில் நமக்கு உண்டாகும் பருவபேதங்கள் செவ்வாயிலும் உண்டெனினும், அங்குண்டாகும் பருவங்கள் ஆண்டுதோறும் மாறுகின்றன. ஓராண்டில் கோடை அதிகவெப்பமாக இருந்தால், மற்றோர் ஆண்டில் வெப்பம் குறைந்து இருக்கிறது. பனிக்காலம் ஓராண்டில் குளிர்மலிந்தும், மற்றோராண்டில் குளிர் நலிந்தும் காணப்படுகின்றது.

செவ்வாயில் உயிர்வகைகள் உண்டா, இல்லையா என்பது வானசாஸ்திரத்தில் ஒரு பெரும் பிரச்சினை. செவ்வாயில் மிகத் தொடக்க நிலையிலுள்ள பாசிபோன்ற தாவரஉயிர்வகை சில பரவி இருக்கலாம் என்று ஊகிக்க இடமிருக்கிறது. மூலாதாரத் தாவரங்கள் தோன்றி, வளர்ந்து, பழுதுபட்டுப்போகும் வர்ணபேதங்களைத்தான் மேலேகூறப்பட்ட வண்ண மாறுபாடுகள் குறிக்கின்றன என்று வான விஞ்ஞானிகள் கருதுகின்றனர்.

ஆரஞ்சு நிறமாகத் தோன்றும் இடங்கள் யாவும் பாலைவனங்களாகும். அங்கு கடல்கள் கிடையா.

செவ்வாயில் அறிவுவளர்ச்சியின் சிகரத்தை எட்டியுள்ள மக்கள் சமூகம் வாழ்கின்றது என்றும், அங்கு மழை பெய்வதில்லையாகையால், துருவப்படைகளினின்றும் உருகி ஓடுகின்ற தண்ணீரைப் பல செயற்கைக் கால்வாய்களின் வழியாய்ப் பாய்ச்சி நாடெங்கும் பாசனத்திற்குப் பயன்படுத்திக் கொள்ளுகிறார்கள் என்றும் டாக்டர் லவல் முதலிய சில விஞ்ஞானிகள் கருதுகின்றனர். ஆனால் பெரியதூரதரிசினியில் தோன்றும் செவ்வாயின் உருவத்தில் விளக்கமாகத்தோற்றும் கோடுகளில் பாசனத்திட்டத்தில் தொடர்புகொண்ட கால்வாய்களோ, இயந்திர அமைப்புக்களோ இருப்பதாக ஊகிக்க இடமில்லை. மனிதனுடைய புலனுணர்ச்சிக்கெட்டாத ஒரு பொருளைப்பற்றி அவன் பலவாறாகக் கற்பனை செய்துகொள்ளுவது இயற்கைதானே!

அகச் சிவப்புக் கதிர்களைக் கொண்டு எடுக்கப்பட்டப் புகைப்படங்களில் செவ்வாய்க்கும் ஒரு வாயுமண்டலம் உண்டு என்று விளங்குகிறது. அம்மண்டலத்தின் உயரம் ஏறக்குறைய 50மைல் இருக்கக்கூடும் என்றும், நம் வாயுமண்டலத்தைப்போன்று அது திண்மையானதல்லவென்றும், எவரெஸ்டு சிகரத்தின் உச்சியில் உள்ள காற்று எவ்வளவு நுண்மையாக உள்ளதோ அவ்வளவு நுண்மையாக அது காணப்படுகிறதென்றும் ஆராய்ச்சியில் விளங்குகிறது. செவ்வாயின் வாயுமண்டலத்தில் என்னஎன்ன

வாயுக்கள் கலந்துள்ளன என்பது இன்னும் தெளிவாகவில்லை. நீராவியும் பிராணவாயுவும் ஆண்டிருத்தல் வேண்டும். இன்றேல் தாவரவகைகள் உயிர்வாழ முடியாது. காற்றில் கலந்துள்ள பிராணவாயு அங்குற்றப் பாலைவனங்களில் உள்ள இரும்பு மூலத் தோடு பெருவாரியாகக் கலந்து துருவாக மாறி செல்கிற மெய்தி யுள்ளது. இந்தக் காரணத்தாற்றான் இக்கோள் செக்கச்செவே லென்று நமக்குத் தோற்றுகின்றது.

பூமியைவிட அதிக தூரத்தில் சூரியனைச் செவ்வாய் சுற்றி வருவதால், அது பெறும் சூரியவெப்பம் மிகவும் குறைவு. மத்திய ரேகைப் பிரதேசங்களில் நடுப்பகலில் உள்ள வெப்பத்தின் அளவு 50° F. கோடைக்கானல், நீலகிரி ஆகிய கோடைவாசஸ் தலங்களின் இரவுகளில் உள்ள வெப்பத்தின் அளவுதான் அது! எனவே செவ்வாயின் இரவுகள் எவ்வளவு குளிராக இருக்கும் என்பதை யுன்னிப்பாருங்கள். அங்குற்ற இரவின் குளிர் - 130°F என்று தெரிகிறது. நாடோறும் தட்பவெப்பங்களில் இவ்வளவு பெரியமாற்றுபாடுகள் காணப்படுவதால் அங்கு உயிர்வகைகள் வாழ முடியுமா என்று ஐயப்படவேண்டியிருக்கின்றது. ஜீவராசிகள் உயிர்பெற்றிருப்பதற்குப் போதிய பிராணவாயுவும் அங்குள்ளதோ என்ற ஐயமும் நிகழாமல் இல்லை. கோடிக்கணக்கான ஆண்டு கட்கு முன்னர், செவ்வாயும் நம் பூமியைப்போன்று தகுந்த தட்ப வெப்பத்தைக் கொண்டிருந்தபோது, அங்கு உயிர்வகைகள் நிறைந்து இருந்திருக்கலாம்; இப்போது அவை சிறிது சிறி தாகக் குறைந்துவந்து, அறவே அழிந்துபோம் தறுவாயில் இருக் கலாம். நம் பூமியும் பலகோடியாண்டுகட்குப் பிறகு செவ்வாயைப் போலவே வெப்பத்தையும், வாயுமண்டலத்தையும் இழந்து இப் போதுள்ள அக்கோளின் நிலையை எய்தக்கூடும்.

செவ்வாயைப்பற்றிய ஆராய்ச்சியினால் நாம் அறியக்கிடப்பது என்னவெனின், சூரியமண்டலத்தில் உள்ள உயிர்வகைகளைத் தாங்கியுள்ளகோள் நம் பூமி ஒன்றுதான் என்று நாம் பெருமை பட்டுக் கொள்வதற்குப்போதிய ஆதாரங்கள் இல்லை என்பது தான்.

அணுக்களை யார் கண்ணால் கண்டுள்ளார்கள்? ஒவ்வொரு அணுவினுள்ளும் அடங்கியுள்ள தனித்தனி பிரபஞ்சங்களைப் பார்த்தவர்கள் யார்? கணித ஆராய்ச்சியிலும், இரசாயன பௌதிக விசாரணையிலும் பிறந்த புலன்களுக்கெட்டாத உண்மைகள் அல்லவா அவை? அணுமண்டலங்கட்குத் தோற்றமில்லையாதலின் அவற்றை இல்லை என்று கூறி மறுக்க முடியுமா? அதைப்போலவே, பூமியில் நாமறிந்துள்ள உயிர் வகைகளின் அமைப்புக்கு முற்றிலும் முரணான, அல்லது மாறான உயிர்வளம் செவ்வாயில் இருக்கக்கூடும். அவை பகுத்தறிவில் உயர்ந்த பதவியை எய்தியுமிருக்கலாம். இந்த ஊகங்களை மறுக்க முடியுமா?

# அத்தியாயம் 15

# வியாழனும் பிற கோள்களும்

## (வியாழன், சனி, யுரேனஸ், நெப்தியூன், புளூட்டோ)

வியாழன், சனி, யுரேனஸ், நெப்தியூன் ஆகிய இந்நான்கு பெரிய கோள்களும் சீதோஷ்ண நிலை முதலிய சில அமைப்புக்களில் ஒன்றுபட்டிருப்பதால் இவற்றைப்பற்றின இயல்புகளைத் தனித் தனியின்றி, ஒன்றாகவே அறிந்து கொள்ளலாம். இக்கோள்களின் மேற்பரப்பில் மத்திய ரேகைக்குச் சமமாகப் பல வளைந்த கருங்கோடுகள் காணப்படுகின்றன. அவை அடர்ந்த வாயுமண்டலத்தில் கலந்துள்ள ஒரு வகையான மேகப்படலங்கள் போலும்! இந்நான்கு கோள்களும் கடும் வேகத்திற் சுழல்வதால் அவற்றின் மத்திய ரேகைப் பிரதேசங்களில் பருத்தும், துருவங்களில் மிகவும் தட்டையாகவும் அமைந்துள்ளன. அவற்றிற்கு மாபெரும் வாயு மண்டலங்களும் உள்ளன அம்மண்டலங்களின் உயரம் பல்லாயிரக்கணக்கான மைல்கள்! வாயுமண்டலத்துக்குள் கோள்களின் மேற்பரப்பில் பல நூறு மைல் தடிப்புள்ள உறைந்த பனிப்படைகள் மூடிக் கொண்டிருக்கின்றன. பூமியின்மேல் வாயுமண்டலத்தினது அழுத்தத்தின் அளவு ஒரு சதுர அங்குலத்துக்கு 15 பவுண்டு. ஆனால் வியாழனின் வாயுமண்டலத்தின் அடிப்புறத்தில் காற்றின் அழுத்தம் ஒரு சதுர அங்குலத்திற்கு பல ஆயிரம் டன்கள் ஆக உள்ளன. இவ்வளவு பெரிய அழுத்தத்திற்கு உட்படுத்தப்படின் வாயு வகைகள் நீராக மாறிவிடும். ஹீலியம் என்ற வாயு எளிதில் நீராக மாறுவதில்லை. அத்தகைய வாயுவுங்கூட வியாழன்மேலுற்றக் காற்றழுத்தத்தினால் நீராகமட்டிலுமன்றிப் பனிக்கட்டியாகவும் உறைந்துவிடும். எனவே இப்பெருங் கோள்களின் மேற்பரப்பில் ஆயிரக் கணக்கான மைல் உயரமுள்ள பனி உறை மூடிக் கிடக்கிறதென்றும், அந்த உறையின் மேல் உறைந்தும், நீர் வடிவமாயும் உள்ள வாயுக்கடல்கள் ஏராளமாகப் பரவியுள்ளனவென்றும், அதற்கு மேல்தான் வாயுமண்டலம் நிலைபெற்றிருக்கிறதென்றும் நாம் அறிகின்றோம்.

**வாயுமண்டலம்:** நம் வாயு மண்டலத்தைப் போன்று இந்தக் கோள்களின் வாயு மண்டலங்களில் பிராணவாயு, உப்புவாயு, கரியமிலவாயு இவை கலந்திருக்கவில்லை. ஆங்குக் காணப்படுவன நீர் வாயுவும் மெதேனும் (Methene) தான். மெதேன் என்பது சதுப்பு நிலங்களில் உண்டாகும் ஒருவகை நச்சுவாயு ; அழுகிப் போகும் செடி கொடி முதலிய தாவரங்களினின்றும இது உற்பத்தியாகிறது. இவ்வாயுவினால் சிற்சில சமயங்களில் நிலக்கரி சுரங்கங்களில் வெடி விபத்துக்களும் நேரிடுவதுண்டு.

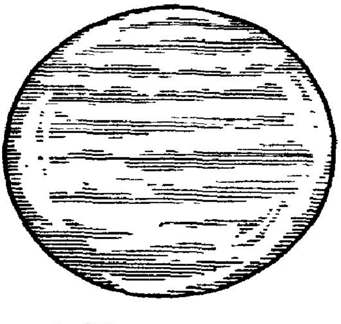
வியாழனில் பெறப்படும் சூரிய வெப்பம் மிகமிகக் குறைவாகும். அங்குற்றக் குளிரின் கொடுமையை எந்த உயிர் வகையாலும்

தாங்கிக்கொள்ள முடியாது. அங்கே உள்ள சீதோஷ்ணத்தின் அளவு - 200°F. இக்குளிரை பூமியின் மேல் எவ்விடத்திலும் மனிதன் அனுபவித்ததில்லை. வியாழனிலிருந்து சனிக்கும், அங்கிருந்து யுரேனசுக்கும், அங்கிருந்து நெப்டியூனுக்கும் போகப் போகச் சூரியனுக்கும் அக்கோள்களுக்கும் இடையிட்டத் தூரம் பெருகிக்கொண்டே போகிறது. நெப்டியூனில் உள்ள தட்ப வெப்பத்தினளவு - 400°F. அவ்விடத்தில் பிராணவாயுவும், உப்பு வாயுவும் பனிக்கட்டிகளாய் உறைந்து கிடக்கின்றன.

பூமியின் தட்பவெப்ப நிலைக்குச் சிறிதே மாறுபட்டுள்ளச் செவ்வாயில் உயிர்வளம் உண்டோ இல்லையோ என்ற ஐயம் நிகழும் போது, முற்றிலும் பனிக் கோளங்களான இக்கோள்களில் உயிர் வகைகள் நிச்சயமாக இல்லை என்று கூறிவிடலாம். புளூட்டோவில் உள்ள தட்பவெப்பத்தை அளந்தறியக் கூடவில்லை. சூரிய மண்டலத்தின் விளிம்பில் அது அமைந்திருத்தலால் அங்கு தாக்கும் சூரிய வெப்பத்தினளவு மிகவும் குறைந்துள்ளது. எனவே புளூட்டோ ஒரு வெறுங் கற்பாறை உருண்டை என்றுதான் கொள்ளவேண்டும். அதற்கு வாயுமண்டலம் கிடையாது. இனி இக்கோள்கள் ஒவ்வொன்றினிடமும் சென்று பார்ப்போம்.

## வியாழன்

இதற்குப் "பொன்" என்றும், "குரு" என்றும் "பிரகஸ்பதி" என்றும் வேறுபல பெயர்கள் உண்டு. சூரிய மண்டலத்தில் சூரியனுக்கு அடுத்தபடியாக உருவத்தில் பெரியது இக்கோள்தான். இதன் குறுக்களவு சராசரி 86,000 மைல்; அதாவது பூமியின் குறுக்களவைவிட 11 மடங்கு பெரியது; மத்திய ரேகையண்டை 88,700 மைல், துருவத்துக்குத் துருவம் 82,900 மைல். இதன் மேல்பரப்புப் பூமியின் பரப்பைவிட 120 மடங்கு விரிவானது; பூமியைவிட 1300 மடங்கு அதிக பருமனையுடையது. 1300 பூமிகளை வியாழனுள் பொதிந்து வைக்கலாம். எனினும் அதனுடைய எடை பூமியின் எடையைப்போன்று 317 மடங்குதான் அதிகம். திண்மையும் பூமியினது திண்மையில் $\frac{1}{4}$ பங்குதான் உள்ளது. பூமியின் மேல் 150 பவுண்டு எடையுள்ள மனிதனின் எடை அங்கு 400 பவுண்டு இருக்கும். பூமியினுடைய திண்மை வியாழனுக் இருந்திருக்கு

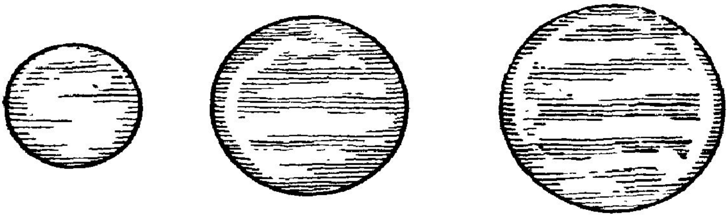


படம் 40
வியாழன்
வியாழன், பூமி, இவ்விரு கோள்களின் ஒப்பனவுகள்

மாயின் அங்கு அம்மனிதனின் எடை 1500 பவுண்டு இருக்க வேண்டும்.

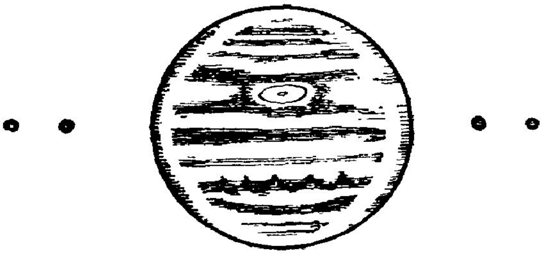
வியாழன் 9 மணி, 50 நிமிடங்களுக்கு ஒரு முறை சுழல்கிறது. அதன் அச்சு ஏறக்குறைய செங்குத்தாக நிற்றலால் அதற்குப் பருவ பேதங்கள் இடையா.

வியாழனுக்கும் சூரியனுக்குமிடையிலுள்ள சராசரி தூரம் 48,30,00,000 மைல்; அதாவது சூரியனுக்கும் நமக்குமுள்ள தூரத்தைப் போன்று 5 மடங்கு அதிகம். வியாழன் நமக்கு ஒரு சமயத்தில் 36,70,00,000 மைல் தூரத்தில் வருகிறது; ஒரு சமயம் 60,00,00,000 மைல் தூரம் போய்விடுகிறது.



படம் 40(a)
**வியாழன்**
*வியாழன் பூமிக்கு மிகவும் தொலைவில் செல்லும்போதும், வெகு அண்மையில் வரும்போதும், சராசரி தூரத்தில் உற்றபோதும நமக்குக் காணப்படும் அதனுடைய பிம்பத்தின் ஒப்பளவுகள்*

வெள்ளிக்குச் சமமான பேரழகுடனும், ஒளியுடனும், நம் கண்களைக் கவர்ந்து ஒரு தங்க விளக்குப் போல் வானத்தை அலங்கரிப்பது வியாழன்றான். தூரதரிசினியில் நோக்கப்படும்போது தான் அதன் வனப்பு கண்கொள்ளாக் காட்சியாக இருக்கிறது. சிற்சில ஆண்டுகளில் இக்கோளினிடத்தில் ஒரு செம்புள்ளித் தோன்றுகின்றது. (படம் 40(b)-ஐப் பார்க்க). 1878-ஆம் ஆண்டில் தோன்றிய செம்புள்ளியின் நீளம் 30,000 மைல்; அகலம் 7,000 மைல். சில ஆண்டுகள் வரையில் தோற்றமளித்துப் பின்னர் அது சில காலம் மறைந்திருந்தது; 1936-ஆம் ஆண்டில் மீண்டும் காணப்பட்டது.



படம் 40(b)
**வியாழன்**
*வியாழனும், அதனுடைய நான்கு முக்கிய சந்திரன்களும். இவையன்றி இன்னும் 5 உபகோள்கள் இதற்கு உள்ளன. வியாழனில் உள்ள செம்புள்ளியை இப்படத்தில் காணலாம்*

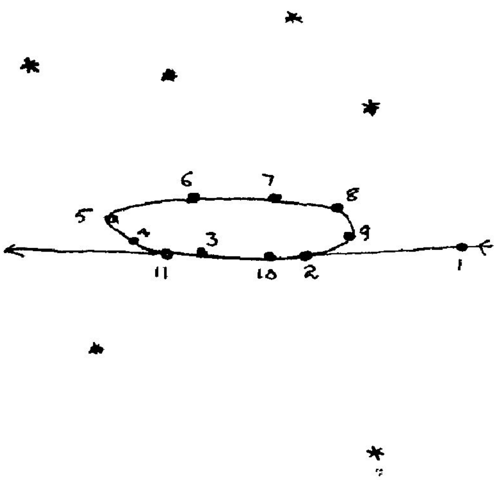
வியாழனை 11 சந்திரர்

கள் சுற்றி வருகின்றன. 12-வது சந்திரனும் ஒன்றிருப்பதாகவும் அது மௌண்ட் வில்சன் ஆராய்ச்சிக் கூடத்தில் டாக்டர் நிகல்சன் அவர்களால் கண்டு பிடிக்கப்பட்டிருப்பதாயும், சமீபத்தில் செய்திகள் வெளியாகியுள்ளன. ஆனால் அவை உறுதி செய்யப் படவில்லை.

முதன்முதல் 1610-ஆம் ஆண்டில் கலிலேயோ தன்னுடைய தூரதரிசினியின் மூலம் 4 உபகோள்களைக் கண்டுபிடித்தார். இவை நான்கும் நம் சந்திரனைப் போலவே எப்பொழுதும் ஒரு முகத்தையே வியாழனுக்குக் காட்டிக் கொண்டுள்ளன. எட்டாவது, ஒன்பதாவது சந்திரர்கள் ஏனையவற்றிற்கு நேர் எதிர்ப் புறத்தில் சுற்றுகின்றன. நம்முடைய சந்திரனைப் பூமியின் சகோதரன் அல்லது தோழன் என்று கூறவேண்டும். ஆனால் வியாழனின் சந்திரர்கள் மிகச் சிறியவைவயாகையால் அவற்றினிடையே வியாழன ஒரு சர்வாதிகாரி போன்று காட்சி யளிக்கின்றது. எண்ணிக்கையிலும், உருவங்களிலும், பரிமாணங்களிலும், சலனங்களிலும் அவை ஒன்றுக்கொன்று பேதப்பட்டிருப்பதால் அவற்றின் பிறப்பை நம் சந்திரனுடைய பிறப்புக்கு ஒப்பிடுவதற்கில்லை. பூமி தோன்றின காலத்தில் அதனிடத்திலிருந்தும் அறுந்து சென்ற ஒரு பாகமே நம் சந்திரனாகும். வியாழனுடைய சந்திரர்களில் சில இவ்வாறு பிறந்திருக்கலாம். ஆனால் மற்றவை, வியாழனுக்கும் செவ்வாய்க்கும் இடையே சுற்றி வந்துகொண்டிருக்கும், "ஆஸ்டிராயிட்ஸ்" என்ற சில சிறு கோள்களில் ஒன்றாக இருந்து, பிறகு, வியாழனின் கவர்ச்சி வலைக்குட்பட்டு, அதனால் சிறைபிடிக்கப்பட்டவை என்று நினைக்க வேண்டியிருக்கிறது.

இரஹணத்தின்போது, பூமியின் நிழலினால் நம்முடைய சந்திரன் மறைபடுவதைப் போலவே, வியாழனுடைய நிழலிலும், அதனுடைய உபகோள்கள் நுழைந்து மறைபடுகின்றன. இக்கிரஹணங்களை ஆராய்ந்த டேனிஷ் நாட்டு வான சாஸ்திரி ரோமர் என்பார் ஒரு விசித்திரத்தைக் கண்ணுற்றார். வியாழனுடைய சந்திரர்களில் குறிப்பிட்ட ஒன்று எந்த விநாடியில் அதனுடைய நிழலில் மறைபடப் போகின்றது என்று முதலில் கணக்கிட்டுக் கொள்ளப் பட்டது. ஆனால் கணக்கில் கண்ட விநாடியில் கிரஹணம் நிகழவில்லை. வியாழன் பூமிக்கு அருகில் உறும்போது குறித்த விநாடிக்கு முன்பும், அது சேய்மையில் செல்லும்போது குறித்த விநாடிக்குப் பின்பும் இரஹணம் நிகழ்ந்ததாகத் தெரிந்தது. கணிதம் பொய்க்காது. எனவே இரஹணம் பிடிக்கும் தோற்றத்திற்குள் ஏதோ பேதம் உள்ளது என்று ரோமர் கண்டார். அவர் அந் நிகழ்ச்சிக்கு ஒரு பொருத்தமான காரணத்தையும் காட்டினர்.

ஒளிக்கு ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு வேகம் உண்டு. ஒரு விநாடிக்கு அது 1,86,000 மைல் செல்லுகிறது. ஒளிக்குள்ள இவ் வியல்பினால் சூரியனுடைய ஒளிக்கதிர்கள் சூரியனை விட்டுப் புறப் பட்டு 500 விநாடிகள் சென்ற பிறகுதான் நம்மை வந்து அடை

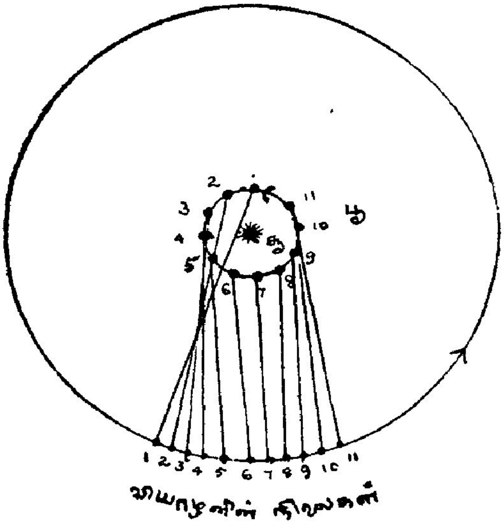


கின்றன. அதைப் போலவே வியாழன் தொலைவில் செல்லும் போது அதன் ஒளியும், அதனுடைய உபகோளின் கிரஹணத்தின் ஒளியும் கணிதத்தில் குறிப்பிட்ட விநாடிக்கு பிறகும், வியாழன் அணிமையில் வரும்போது அவற்றின ஒளி குறிப்பிட்ட விநாடிக்கு முன்பும் நம் கண்களுக்கெட்டுகிறது. ஒளிக்கும் வேகம் உண்டு என்ற தத்துவத்தை இந்நிகழ்ச்சி நிரூபித்து விட்டது.

* வியாழன் பன்னிரண்டு ஆண்டுகட்கு ஒருமுறை சூரியனைச் சுற்றி வருகின்றது;

**படம் 41**
**வியாழன் வக்கரித்தல்**
*ஒரு ஆண்டுக்கொரு முறை வியாழன் வானத்தில் வட்டமிடுவதைப் போல் காணப்படுகிறது*

ஆனால் பூமி வெகு வேகமாக ஓராண்டளவில் சுற்றி விடுகின்றது. அதனால் பூமி தன் சுற்றுப் பிரயாணத்தில் வியாழனைப் பன்னிரண்டு ஆண்டுகளில் பன்னிரண்டு முறை சந்திக்கின்றது. விண்மீன்களைப் பின்னணியாகக் கொண்டு வியாழனின் சலனத்தைத நோக்கினால், அது ஓர் ஆண்டுக்கொரு முறை வானததில் வட்டமிடுவதைப் போல் காணப்படுகின்றது. (படம் 41) மேற்கிலிருந்து கிழக்கே செல்லும் இக்கோள் சட்டென்று ஓரிடத்தில் சில நாட்கள் தங்கி, மீண்டும் வந்த வழியே பின்னிடுகின்றது. சில நாட்கள் பின்னுக்கு நகர்ந்து மறுபடியும்

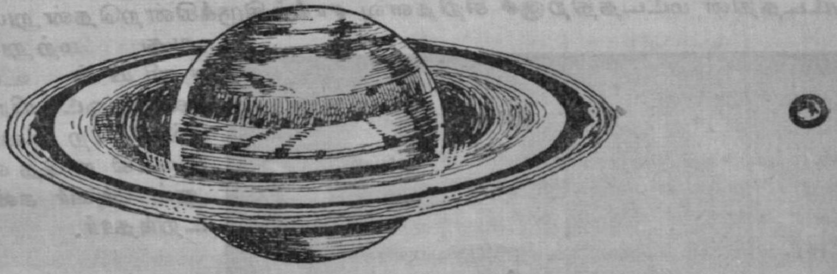



**படம் 42**
**வியாழன் வக்கரித்தல்**
*நிதானமாகச் சுற்றும் வியாழனை வேகமாகச் சுற்றும் பூமி ஒவ்வொரு ஆண்டிலும் தாண்டிச் செல்லுகிறது. ஒரு மீனைப் பின்னணியாகக் கொண்டு நோக்கின், வியாழன் ஒரு ஆண்டில் ஒரு முறை வட்டமிடுவதாகத் தோற்றும்*

கிழக்கு நோக்கிப் பெயர்கிறது. இந்த பின்னுக்கேகும் இயக்கத்திற்கு "வக்கரித்தல்" (Retrograde Motion) என்று பெயர். ஒரு நல்ல பஞ்சாங்கத்தின் துணையைக் கொண்டு வியாழனின் பெயர்ச்சியை நோக்கிவருவோமாயின், அதனுடைய வக்கர இயக்கங்களை நன்குணர்ந்து கொள்ளலாகும். 42-ஆம் படத்தைக் கூர்ந்து நோக்கினல் வக்கர கதிக்குக் காரணம் புலப்படும். பூமி வட்டமான தன் கதியில் பல நிலைகளில் வியாழனைக் காண்பதால், வியாழனும் வட்டமிடுவது போல் நம் கண்களுக்குத் தெரிகிறது. வக்கரித்தல் ஒரு பொய்த் தோற்றமேயன்றி உண்மையான பெயர்ச்சியல்ல.

## சனி

சனியும் வானத்தில் நல்ல ஒளியுடனும் அழகுடனும் தோற்றுகின்றது. வெற்றுக் கண்களால் இதை நாம் நன்கு காணலாம். வானவெளியில் எந்தக் கோளத்திலும் காணுக ஒரு மகத்தான விந்தையை இக்கோளினது உடலமைப்பில் காண்கின்றோம். தூரதரிசினியில் நோக்கும்போது அதைச் சுற்றிலும், மத்தியரேகைப் பிரதேசத்தில் ஒரு பெரும் வளையம் காணப்படுகின்றது (படம் 43 ஐப் பார்க்க). அவ்வளையம் வட்டமாயிராமல் அண்ட வடிவமாக இருக்கிறது.



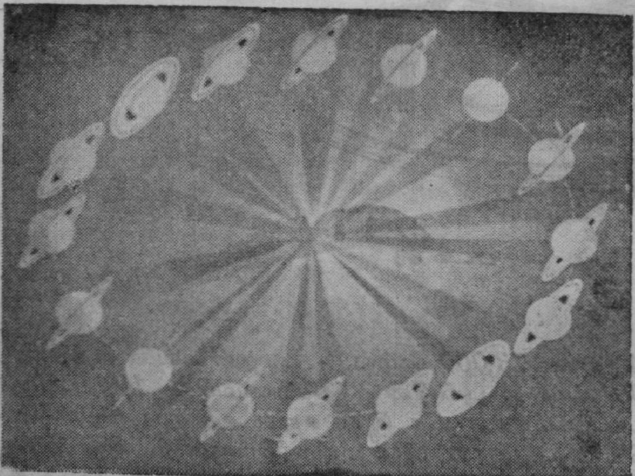
படம் 43

சனி

சனியின் குறுக்களவு 73,000 மைல்; அதன் வளையத்தின் குறுக்களவு 1,71,000 மைல். பூமியின் திண்மையில் 1/8 பங்கு தான் இதற்குண்டு. இக்கோள் மிக இலேசான சத்துப் பொருள்களால் ஆக்கப்பட்டு இருப்பதால், இதை ஒரு பெரும் கடலின்மேல் வைத்தால், இது மிதக்கும்! சூரியனுக்கும் இதற்குமிடையிட்டச் சராசரி தூரம் 88·6 கோடி மைல்; உச்ச நிலையின் தூரம் 93,10,00,000 மைல்; நீச்ச நிலையின் தூரம் 84,10,00,000 மைல். அது சூரியனை $29\frac{1}{2}$ ஆண்டுகட்கு ஒருமுறை சுற்றி வருகின்றது. அதனுடைய ஒரு சுழற்சியின் கால அளவு நம் கணக்கில் $10\frac{1}{4}$ மணி நேரம்.

வளையம்: இதை முதன் முதல் சனியின் உடலமைப்பில் கண்டவர் கலிலேயோ. 1610-ஆம் ஆண்டு, அவர் இதைக் கண்ணுற்றுப் பெரிதும் வியப்படைந்தார். தன் தூரதரிசினியின் மூலம் சனியைப் பார்க்கும்போது அதனுடைய இருபுறங்களிலும் இரு மீன்கள் இருப்பதாக நினைத்தார். சில நாட்கள் கழித்து மீண்டும் நோக்கியபோது அம்மீன்கள் மறைந்துவிட்டன. இந்த சம்பவத்தைக் கண்டு அவர் திகைத்தார். தன் ஆராய்ச்சியில் ஏதோ கோளாறு உள்ளதெனக் கொண்டு மனங்குழம்பினர். அவர் கீழ்வருமாறு ஒரு குறிப்பை எழுதி வைத்தார். "இச்சிறு மீன்களும் சூரியனுடைய கரும்புள்ளிகளைப் போன்று மறைந்து விட்டனவா? அன்றித் திடீரென்று பறந்து போயினவா? சனி ஒருவேளை தானீன்ற குழவிகளைத் தானே தின்று விட்டதா? அன்றி நான் கண்ட காட்சி ஒரு பொய்த் தோற்றமோ? மாயவித்தையோ? இந்த எதிர்பாராத, முற்றிலும் புதுமையான நிகழ்ச்சியை என்னென்று புகல்வேன்! என் ஊகங்களை உலகம் ஏற்குமோ, அன்றி அதை ஒரு புதுப்புரட்டு என்று புறக்கணிக்குமோ என்ற ஒரு அச்சம் என் நெஞ்சைக் குழப்புகிறது"—என்று எழுதினர்.

பல ஆண்டுகள் கடந்த பிறகு, ஹியூஜென்ஸ் (Huygens) என்ற அறிஞர் உண்மையைக் கண்டார். சனியைச் சுற்றித் தட்டையாக ஒரு வளையம் அமைந்துள்ளதென்றும், அது கிராந்தி வட்டத்தின் மட்டத்திற்குச் சிறிதளவு சாய்ந்திருக்கின்றதென்றும், அது மற்றும் சனியின் உடலோடு ஒட்டியிராமல் சற்றே விலகி இருக்கிறதென்றும் அவர் கண்டறிந்தார்.



படம் 44

**சனியின் வளையத்தினது பல தோற்றங்கள்**

*சனி சூரியனைச் சுற்றிவரும் முப்பதாண்டுகளில் பல சமயங்களில் பல உருவங்களாக நமக்குத் தூரதரிசினியில் காட்சி யளிக்கிறது*

அந்த வளையம் உண்மையில் ஒன்றல்ல; பல தனித் தனி வளையங்கள் சேர்ந்து ஒன்றாகக் காணப்படுகிறது. இது நம் பூமியை நோக்கிச் சாய்ந்து இருப்பதால் பல சமயங்களில் பலவகையான தோற்றத்தை யளிக்கின்றது. ஒரு சம

யத்தில் ஒரு அழகிய தட்டைப் போலவும், மற்றொரு சமயத்தில் கோளின் குறுக்கே ஊடுருவிச் செல்லும் ஒருசிறு நேர்க்கோடு போலவும் காட்சியளிக்கிறது. இக்காட்சிகள் 44-ஆம் படத்தில் சித்தரிக்கப்பட்டுள்ளன.

சனிக்கே தனிச் சிறப்பையளிக்கும் இவ்வளையம் அதற்கு எவ்வாறு வாய்த்தது? இவ்வளையம் கிரிக்கட் பந்தளவுள்ள கோடிக் கணக்கான துண்டு துணுக்குப் பொருள்களும், புழுதிப் படலமும் சேர்ந்து அமைக்கப்பட்டது. இது, ஒரு கோளை ஒரு சந்திரன் சுற்றி வருவதைப் போல், சனியை வெகு வேகமாகச் சுற்றுகின்றது. இதன் தடிப்பு 50 மைல். இதன் நடுவில் பல இடைவெளிகள் தோற்றுகின்றன.

ஒரு காலத்தில் சனிக்கண்மையில் ஒரு சந்திரன் சுற்றிக் கொண்டிருந்தது. அது காலப்போக்கில் அக்கோளுடன் மிகமிக நெருக்கத்தில் அணுகி உறவாடத் தொடங்கிற்று. இரு உறவினர் ஒருவர்க்கொருவர் சேய்மையில் வாழ்கின்ற வரையில் ஒற்றுமையுடன் வாழ்ந்து வந்து, சேர்ந்து வாழ்கிறபோது சண்டையிடுகிறார்கள் அல்லவா? அதைப் போலவே சனியுடன் நெருங்கியுறவாடிய சந்திரனும், சனியினது கவர்ச்சிவாய்ப்பட்டு, வெடித்து, ஆயிரங்கோடி துண்டுகளாகச் சிதறுண்டு, ஒரு வளையம் போன்று அக்கோளைச் சுற்றிச் சுற்றி வருகின்றன.

சனி பகவானுக்குத் தனிச் சிறப்பையும், இணையற்ற எழிலையும் அளிப்பதற்காகத் தன்னையே அழித்துக் கொண்ட அச்சிறு சந்திரனுடைய ஊழினை எண்ணி வருந்தும் வானசாஸ்திரி உலகிலேயே இல்லை!

ஒரு இருட்டறையின் கூரையிலுள்ள சிறு சந்தின் வழியாக வரும் சூரியனின் ஒளிக்கதிரில் மிதக்கும் புழுதிகள் கோடிக் கணக்கில் பளபளவென்று மின்னுகின்றனவல்லவா? அதைப் போலத் தான் சனியின் வளையமும் சூரிய ஒளியில் பிரகாசிக்கின்றது.

சனியை 9 உபகோள்கள் சுற்றுகின்றன. அவற்றுள் "டைட்டான்" (Titan) என்ற பெயருடையதுதான் மிகவும் பெரியது. அது சனிக்கு 7,60,000 மைல் தூரத்திலுள்ளது; அதனுடைய குறுக்களவு 3,550 மைல்; 16 நாட்கட்கு ஒருமுறை சனியைச் சுற்றி வருகிறது. அது நம்முடைய சந்திரனைவிட இரட்டிப்புக் கனமுடையது. "ஐயாபீடஸ்" (Iapetus) என்ற மற்றொரு சந்திரன் 22,00,000 மைல் தூரத்தில் உள்ளது. அது சனியை 79 நாட்கட்கு ஒருமுறை சுற்றி வருகிறது. சனி மண்டலத்தின் இறுதியில் உள்ள பீபி (Phoebe) என்ற சந்திரன் ஒருமுறை சுற்ற 550 நாட்கள் செல்லுகின்றன. மற்ற உபகோள்களைப் போலல்லாமல், இது கிழக்கிலிருந்து மேற்காகச் சுற்றுகின்றது.

## யுரேனஸ்

இருநூறு ஆண்டுகட்கு முன்பு இங்கிலாந்தில் ஒரு இளைஞன் "ஹெனோவரியன் காவலாளிகள்" என்ற படையில் ஒரு போர்வீரனாக ஊழியம் செய்து வந்தான். அவன் பிறவியிலேயே இசை ஞானம் கொண்டவனாதலின் தன் தொழிலில் அவனுக்கு வெறுப்புத் தட்டியது. எனவே தன் போர்த் தொழிலைத் துறந்தான். பாத் என்ற நகரில் இசை வளர்ச்சியில் ஈடுபட்டான். இசை நுணுக்கங்களைப் பற்றிய ஆராய்ச்சிகள் பல புரிந்தான். அப்போது கணித சாஸ்திரத்தில் அவனுக்கு ஊக்கம் பிறந்தது. ஒளியின் தத்துவங்களையும் வான விந்தைகளையும் பிரித்துக் கணிதத்தைத் தனியாகப் பயிலவியலாது. எனவே அவற்றைப் பற்றியும் அவ்விளைஞன் ஆராய்ந்தான். வான ஆராய்ச்சி அவன் கருத்தைக் கவர்ந்தது. சங்கீதம் புறக்கணிக்கபபட்டது. இசைச் கச்சேரிகள் செய்துவிட்டு அவன் தன் வீட்டுக்கு வெகு வேகமாகத் திரும்புவான். தன் உடையையும் திருத்திக் கொள்ளாமல் வான ஆராய்ச்சியில் ஈடுபடுவான். தன் சொந்த முயற்சிகளினாலேயே சிறந்த தூரதரிசினிகளை யமைத்துக் கொண்டான். அவனுடைய வீடு முழுதும் வான ஆராய்ச்சிக் கூடமாக மாறிவிட்டது. அவனது படுக்கை யறையில் கூட கடைச்சல் இயந்திரங்கள் அமைக்கப் பட்டன.

பேருக்கத்தாலும், இடையறு முயற்சியாலும் இவ்விளைஞன் அதுவரை கண்டிராத ஒரு பெரிய தூரதரிசினியைச் சமைத்தான். தன் வீட்டின் பின்புறத்தில் இதை யமைத்து வானத்தை நோக்கினான்.

ஏழாண்டுகள் ஓடின.

1781-ஆம் ஆண்டு மார்ச்சு மாதம் 13-ம் தேதி அவன் தன் குறிக்கோளின் வெற்றியைக் கண்டான். அவனது புகழ் உலகமெங்கும் பரவியது. அன்றுதான் யுரேனஸ் என்ற கோள் கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. இவ்விளைஞர்தான் ஸர் வில்லியம் ஹெர்ஷல் என்ற புகழ்பெற்ற விஞ்ஞானியாவர்.

தான் கண்ட கோளம் ஒரு கோள்தான் என்று உடனே அவர் உலகிற்கு அறிவிக்கவில்லை. தொன்று தொட்டுச் சூரிய மண்டலத்தில் ஐந்து கோள்களைத்தான் மக்கள் அறிந்திருந்தார்கள். அவற்றை யாவரும் கண்களாற் காணக்கூடும். அப்படியிருக்க, வெற்றுக் கண்களுக்குப் புலனாகாத ஒரு கோள் சூரிய மண்டலத்தினுள்ளதென்றால் அதை யார் நம்புவார்கள்? அது ஒரு வால்மீனாக இருக்கலாம் என்று அவர் முதன் முதல் உலகிற்கறிவித்தார். பிறகுதான் அது ஒரு கோளேயாகும் என்று வெளிப்படையாகக் கூறினர். விஞ்ஞான உலகம்வியந்தது! ஹெர்ஷலின் புகழ் வானுற ஓங்கிற்று. அப்போது இங்கிலாந்தின் மன்னராக இருந்த மூன்றாம் ஜார்ஜ் ஹெர்ஷலை நேரில் வரவழைத்துத் தன் பாராட்டுகளைத்

தெரிவித்து, வின்சார் என்றவூரில் தனது அரசாங்க வான சாஸ்திரியாக அமர்த்திக் கொண்டார். இப்பணியில் ஹெர்ஷல் பல ஆண்டுகள் ஈடுபட்டிருந்தார்.

ஹெர்ஷலுக்கு முன்பு 17 முறை யுரேனஸ் பல வான சாஸ்திரிகளால் காணப்பட்டும், கணிக்கப்பட்டுமுள்ளது. எனினும் அதைக் கண்டு பிடித்தப் பெருமை ஹெர்ஷலுக்குத்தான் கிடைத்தது. அவருடைய முயற்சித் திறனுக்கும, நுண்ணறிவிற்கும் அது தகுந்த பரிசு என்று உலகம் ஒப்புக்கொண்டது.

யுரேனஸின் சராசரி தூரம், சூரியனிலிருந்து, 178,20,00,000 மைல். 84 ஆண்டுகட்கு ஒரு முறை சூரியனைச் சுற்றி வருகிறது. 10 மணி 48 நிமிஷங்களில் ஒரு முறை சுழல்கிறது. இதன் குறுக்களவு 32,000 மைல். பூமியின் குறுக்களவை விட இது 4 மடங்கு அதிகம். இக்கோள் தூரதரிசினியில் பசுமை நிறத்துடன் காணப்படுகின்றது. இதற்கு 4 உபகோள்கள் உண்டு. அவை யுரேனஸைக் கிழக்கிலிருந்து மேற்கு முகமாகச் சுற்றுகின்றன.

## நெப்தியூன்

மனிதனுடைய அறிவின் உயர்ச்சிக்கு அளவே இல்லை. அறிவு கண்ட வெற்றிகள் பல. அவற்றில் ஒன்றுதான் நெப்தியூன் கண்டு பிடிக்கப்பட்ட விந்தை.

இக்கோள் நேரிற் காணப்படுவதற்கு முன்னரே கணிதத்தில் கண்டறியப்பட்டது. யுரேனஸ் ஒரு கோளாகச் சேர்க்கப்பட்ட பின்பு வான சாஸ்திரிகள் அதை ஆண்டுதோறும் நோக்கி, அதனுடைய நிலைகளையும், பெயர்ச்சிகளையும் கணக்கெடுத்தார்கள். பல ஆண்டுகட்குப் பின்னர் நிகழவிருக்கும் பெயர்ச்சிகளை முன்னதாகவே கணித்தார்கள். ஆனால் அவர்கள் குறித்த காலத்தில் குறித்த நிலையை அது அடையவில்லை. அதற்குக் காரணம் காணப்படவில்லை. கணிதத்திலும் பிழையேதுமில்லை. ஆகவே யுரேனஸின் கதியிற்றான ஏதோ தட்டுப்பாடு உள்ளது என்று கருதப்பட்டது. யுரேனஸுக்கப்பாலும் ஒரு கோள் இருக்க வேண்டுமென்றும், அதனுடைய கவர்ச்சியின் வயப்படும்போது யுரேனஸ் மெதுவாகவும், மற்றக் காலங்களில் வேகமாகவும், செல்லுவதாகவும் ஊகிக்கப்பட்டது. இந்த ஊகத்தை ஆதாரமாகக் கொண்டு ஆராய்ச்சிகள் நடந்தன. கோடிக்கணக்கான விண்மீன்கள் செறிந்து கிடக்கும் வான வெளியில் ஒரு கோளுக்காக எங்கு கண்டு தேடுவது? இது முற்றிலும் இயலாத காரியம். எனவே யுரேனஸின் கதியைக் கொண்டு, அதற்கப்பாலிருப்பதாக ஊகிக்கப்பட்டக் கோளின் கதி கணிக்கப்பட்டது.

எம். லெவாரியர் (M. Levarrier) என்ற பிரஞ்சு கணித சாஸ்திரியும், ஜே. சி. ஆதாம்ஸ் (J. C. Adams) என்ற கேம்பிரிட்ஜ் பல்கலைக் கழக மாணவரும் இங்கிகாரற்றப் பணியைத் தனித்தனி மேற்கொண்டனர். ஒருவர் முயற்சியை மற்றொருவர் அறியார். ஆதம்ஸ்

1841-ஆம் ஆண்டு தொடங்கி நான்கு ஆண்டுகள் உழைத்து, 1845-ஆம் ஆண்டில் தன் ஆராய்ச்சி முடிவுகளை கிரீன்விச் வான ஆராய்ச்சிக் கூடத்தின் அதிகாரிகளிடம் ஒப்படைத்துப் புதிய கோளின் நிலையையும் கூறிச் சென்றார். ஆனால் அரசாங்க வானசாஸ்திரி இக்குறிப்புக்களை மேஜையில் வைத்துப்பூட்டிப் பல நாட்கள் அவற்றைபபற்றி மறந்துவிட்டார்.

இதற்குள் பிரான்ஸ் நாட்டில் லேவாரியர் தன் கணக்குகளைப் பூர்த்தி செய்துவிட்டார். இவருடைய குறிப்புக்கள் 1846-ஆம் ஆண்டு, ஜூன் 23-ம் தேதி அரசாங்க வானசாஸ்திரிக்குக் கிடைத்தன. ஒன்பது மாதங்கட்கு முன்னர் இளைஞர் ஆதாம்ஸ் தன்னிடம் ஒப்படைத்துச் சென்ற குறிப்புக்கள் தன் நினைவுக்கு வரவே, அவர் அவற்றை வெளியிலெடுத்து லெவாரியரின் குறிப்புக்களுடன் ஒப்பு நோக்கினார். அவை யிரண்டும் எவ்வித வேற்றுமையுமின்றி இருந்ததைக் கண்டு வியப்படைந்தார். உடனே ஆதாம்ஸ் குறித்த இடத்தில் ஆராயும்படி ஆசிரியர் சாலிஸ் (Prof. Challis) அவர்களைக் கேட்டுக் கொண்டார். குறிப்பிட்ட இடத்தைக் காட்டும் வான மண்டலத்தின் படம் தன் கைவசமின்மையால் சாலிஸ் தன் ஆராய்ச்சியைத் தொடங்கச் சிறிது தாமத மேற்பட்டது. இதற்குள்ளாக லெவாரியரும் தன் கணிதக் குறிப்புகளைப் பெர்லின் வான ஆராய்ச்சிக்கூடத்தோடு தொடர்பு கொண்டிருந்த என்கே (Enche) அவர்கட்கு அனுப்பி வைத்திருந்தார். நற்காலத்தின் பயனாக அந்தக் கூடத்திற்குத் தேவையான வான மண்டலத்தின் படம் கிடைத்துவிட்டது. ஆகையால் சில மணி நேரத்துக்குள் வான ஆராய்ச்சித் தொடங்கி விட்டது. லெவாரியரால் குறிப்பிடப்பட்ட இடத்தில் புதியதொரு மீன் காணப்பட்டது, ஒரு வாரத்துக்குப் பிறகு ஆதம்ஸ் குறிப்பிட்ட இடத்திலும் அம்மீனைப் பேராசிரியர் சாலிஸ் கண்ணுற்றார். இந்த மீன்றான் நெப்தியூன் என்ற கோளாகும்.

இக்கோளைப்பற்றி அதிகமாக ஒன்றும் அறிந்துகொள்ளக் கூடவில்லை. சூரியனுக்கும் அதற்குமுள்ள தூரம் 279.35,00,000 மைல். 165 ஆண்டுகட்கு ஒரு முறை அது சூரியனைச் சுற்றி வருகின்றது. அதனுடைய சுழற்சியின் கால அளவு 15 மணி, 40 நிமிஷம். அதன் குறுக்களவு 33,000 மைல். அதற்கும் ஒரு சந்திரன் உண்டு. அதன் குறுக்களவு 3,000 மைலுக்கு மேலிருக்கலாம் என்று புலனாகிறது. இஃதும் நெப்தியூனைக் கிழக்கிலிருந்து மேற்காகச் சுற்றுகின்றது.

## புளுட்டோ

லெவாரியரும், ஆதாம்ஸும் பிற்கால வான ஆராய்ச்சிக்கு வழிகாட்டிகளாக நின்றனர். அவர்கள் கையாண்ட முறைகள் பின்வந்தோருக்குப் பெரிதும் பயன்பட்டன.

நெப்தியூனின் பெயர்ச்சியில் கூட காரணங்காட்ட முடியாத சில தட்டுப்பாடுகள் காணப்பட்டன. செவ்வாயைக் குறித்துப்

பல புதிய உண்மைகளைக் கண்டுபிடித்த டாக்டர் பெர்ஸிவல் லவல் (Dr. Percival Lowell) என்ற வானசாஸ்திரி நெப்டியூனின் சலன பேதங்களுக்குக் காரணமறிய முயன்றார்: தன் முயற்சிக்கேற்பட்ட இடையூறுகளைப் பாராட்டாமல், நெப்டியூனுக்கு அப்பாலும் ஒரு கோள் உள்ளது என்று கொண்டு, அந்த ஊகத்துக்குப் போதிய சான்றுகளையும் சேகரித்தார். நீண்ட சோதனையின் பிறகு, 1930-ஆம் ஆண்டில் லவல் குறிப்பிட்ட இடம் புகைப்படம் எடுக்கப்பட்ட போது அப்படத்தில் அக்கோள் பதிவாயிற்று. இதுதான் ஒன்பதாவது கோளாகிய புளூடோ என்பது. இதைக் கண்டு பிடிக்க எடுத்துக்கொண்ட முயற்சிகள் வான ஆராய்ச்சித் துறையில் கண்ட பல தலை சிறந்த வெற்றிகளில் ஒன்றாகும் என்று யாவராலும் பாராட்டப்படுகின்றது.

புளூட்டோவின் இயல்புகள் ஒன்றேனும் இன்னும் விளக்கமாகவில்லை. அது சூரியனுக்கு 366,50,00,000 மைல் தூரத்திலுள்ளது. 247.7 ஆண்டுகட்கொருமுறை சூரியனைச் சுற்றி வருகின்றது. பூமியின் எடையில் 10-ல் 8 பங்குதான் இதன் எடை என்று கூறப்படுகிறது. இதன் குறுக்களவும், திண்மையும், பரிமாணமும் பூமியினுடையவற்றை விடக் குறைந்துள்ளன. புளூட்டோ பழுப்பு நிறமுடையது. அதற்கு வாயு மண்டலம் கிடையாது! குளிர், குளிர்! அங்கு கருத்திற் கெட்டாத குளிர்! எங்கும் பாழ்! நாமறிந்த வரையில் அங்கு உயிர் வளமே இல்லை.

---

# அத்தியாயம் 16

# வால்மீன்களும், எரிமீன்களும்

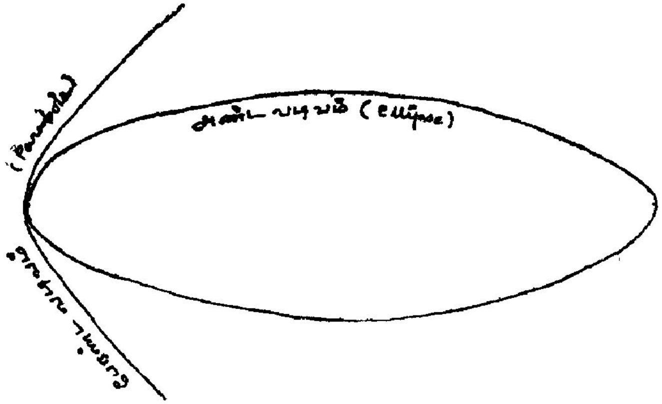
## வால்மீன்கள் (Comets)

வால்மீன் என்ற பெயரைக் கேட்டவுடனே, பாமர மக்கள் நெஞ்சு திடுக்கிடுகிறது. தொன்று தொட்டு அது வானத்தில் தோன்றும் போதெல்லாம் உலகின் மேல் மக்கள் வாழ்க்கையில் பல விபரீதங்கள் நிகழ்ந்திருக்கின்றன என்ற ஒரு நம்பிக்கை உலகில் நிலவி வருகிறது. இது ஆதாரமற்ற ஒரு நம்பிக்கையாக இருக்கலாம். ஆயினும் விஞ்ஞானம் இதனால் ஒரு பெரும் பலனைக் கண்டது. தம் வாழ்விற்குப் பெரிய இடையூறுகளை விளைவிக்கும் இந்த வால்மீன்களைப் பற்றி மிக நுணுக்கமாக ஆராய்ந்து நம் முன்னோர்கள் குறித்து வைத்துள்ளார்கள். இக் குறிப்புக்களின் உதவியைக் கொண்டு, அவ்வக்காலங்களில் நடைபெற்ற சரித்திர நிகழ்ச்சிகளின் காலத்தை நிர்ணயிக்கக் கூடும். மற்றும், ஒரு வால்மீன் வானத்தில் எத்தனை ஆண்டுகட்கு ஒரு முறை தோற்றுகின்றது என்ற கணக்கையும் இக் குறிப்புக்களைக் கொண்டு கூறிவிடலாம்.

வால்மீனுக்கு நம் நாட்டில் "தூமகேது" என்னும் ஒரு பெயர் உண்டு. வால்மீன்கள் பிரம்மாண்டமான கதிகளில் சுற்றுகின்றன வென்றும், சூரியனுக்கருகில் வரும்போதுதான் அவை நம் கண்களுக்குத் தெரிகின்றனவென்றும் பண்டைய காலத்தில் சால்டியர்கள் கருதினர். இக்கருத்தில் ஓரளவு உண்மை இருக்கிறது. ஏனெனில், ஆயிரக்கணக்கான வாலமீனகளில பல சூரிய மண்டலத்தைச் சார்ந்தவைதான். நம் மண்டலத்தைச் சார்ந்த வால்மீன்களும் உள்ளன.

சூரியனுக்கும் நெப்டியூனுக்கும் இடையில் உள்ள தூரத்தை விட 20 மடங்கு அதிகமான தூரத்தில் வால்மீன்கள் சுற்றுகின்றன. எனவே சூரிய மண்டலம் படைக்கப்படுவதற்குக் காரணபூதமாயிருந்த மூலப் பொருள் இவ்வளவு தூரம் ஆதியில் பரவியிருந்திருக்க வேண்டும் என்று அறியக் கிடக்கிறது.

வால்மீனின் ஒருவகை நம் மண்டலத்தைச் சாராதவை. அவற்றிற்கு 'மீன்மண்டல வால்மீன்கள்" (Stellar Comets) என்று பெயர். அவை எங்கிருந்தோ புறப்பட்டு, விண் மீன்களினூடியே புகுந்து, வானவெளியில் திரிந்து, நம்மை யணுகுகின்றன. சில காலம் நம் கண்கட்குத் தோன்றிப் பிறகு எங்கோ ஓடி மறைந்து விடுகின்றன. அவற்றின் கதி அண்ட வடிவமானதல்ல; பேரண்ட வடிவமான கதியாகும் (Parabolic Orbit). (45-ஆம் படத்தைப் பார்க்கவும்.)



படம் 45

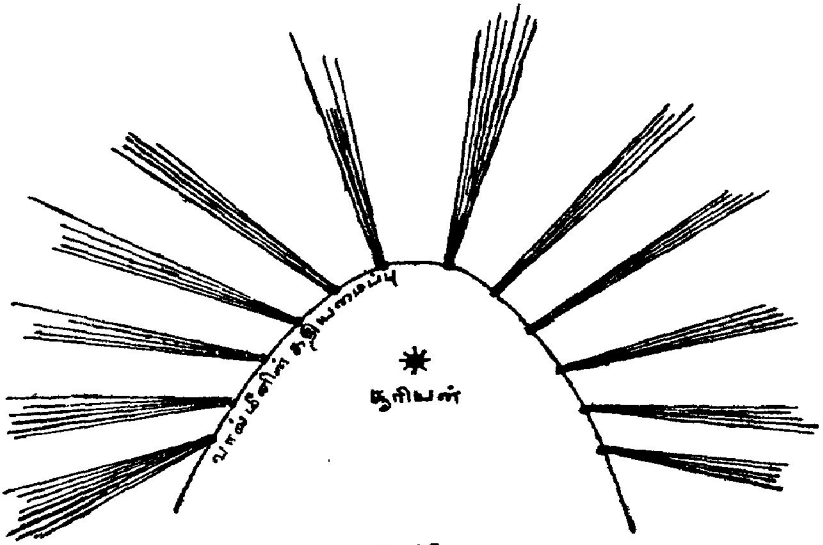
வால்மீனின் கதிகள்.

சில வால்மீன்கள் சூரியனை 4 ஆண்டுகட்கு ஒருமுறை சுற்றி வருகின்றன. மற்றும் சில ஒரு முறை சுற்றிவர 40,000 ஆண்டுகள் செல்லுகின்றன.

வால்மீனுக்கு நீண்டதோர் வால் இருத்தலால் அதற்கு அப்பெயர் வந்தது. அது வானத்தில் "முளைக்கும்"போது நாம் காண்பது ஒரு ஒப்பற்ற அதிசயக் காட்சியாகும். கீழ்வானத்தில்

ஒருமீன் தோன்றுவதும், அதனின்றும் புறப்பட்ட ஒரு வால் நீண்டு, விரிந்து, வளைந்து, உச்சிவானம் வரையில் பரவியிருத்தலும், அதன் மூலம் விண்மீன்கள் மறைபடாமல் பளிச்சென்று மின்னுவதும் வானவிந்தைகளில் ஒன்று.

ஒரு வால்மீனின் அமைப்பை மூன்று பகுதிகளாகப் பிரிக்கலாம்: 1. தலை அல்லது கரு (Nucleus), 2. படலம் (Coma), 3. வால் என்பன அப்பகுதிகளின் பெயர்கள். அதன் தலையானது ஒரு திண்மையான கோளமன்று: உடைபட்டத் துணுக்குகளும் மூலப் புழுதியும் நிறைந்துள்ளது. தலையைச் சுற்றிலும் ஒரு புகைப் படலம் காணப்படுகின்றது. இப்படலந்தான் வால் மீனை ஒரு விண்மீனினின்றும் பிரித்தறிய உபயோகப்படுகின்றது. வால் மீன்கள் சூரியனுக்கருகில் வரும்போது அதன் தலையினின்றும் சூரிய ஒளியினால் ஒரு நுண்மையான புழுதியானது கிளப்பப்பட்டு, வானத்தில் வெகு தூரம் வாலாகக் காட்சி யளிக்கிறது. எல்லா வால் மீன்களும் தோற்றத்தில் ஒன்றுக்கொன்று சிறிது மாறுபடுகின்றன. அவற்றின் வால்களின் அமைப்பில் பல மாறுபாடுகளைக் காண்கின்றோம். சில வால்கள் குறுகியும், தடித்தும், சில நீண்டும், வளைந்தும் உள்ளன. சில மீன்களுக்குப் பல வால்களும் இருப்பதுண்டு. 1908-ஆம் ஆண்டில் காணப்பட்ட மீனுக்கு 6 வால்கள் இருந்தன. வால்களே இல்லாத வால் மீன்களும் உண்டு.




படம் 46

வால்மீனின் தோற்றம்

ஒரு வால்மீன் சூரியனைச் சுற்றிவரும்போது, அதனுடைய வால் எப்போதும் சூரியனுக்கு எதிர்ப்புறத்தில் நீட்டிக்கொண்டிருக்கிறது

ஒரு வால்மீன் சூரியனைச் சுற்றி வரும்போது அதனுடைய வாலமைப்பில் பலவிதமான மாறுபாடுகள் காணப்படுகின்றன. வால்கள் எப்போதும் சூரியனுக்கு எதிர்ப்புறத்திற்றான் நீண்டிருக்கும். (படம் 46-ஐப் பார்க்க) எனினும் எந்தத் திக்கில் வால் நீண்டுள்ளதோ அந்தத் திக்கை வைத்துக் கொண்டு ஒரு வால் மீன் ஓடும் திசையை நிர்ணயிக்க முடியாது. அதன் திசையை கண்டறிய வேண்டுமாயின் குறைந்தது 3 நாட்களாவது அதைக் கூர்ந்து கவனித்து வரவேண்டும்.

சூரிய மண்டலத்துடன் தொடர்பு கொண்ட வால் மீன்களின் எண்ணிக்கை சுமார் 1,20,000. 1881-ஆம் ஆண்டில் ஆகஸ்டு மாதத்தில் வானத்தில் ஒரே பக்கத்தில் ஒரே சமயத்தில் இரண்டு வால் மீன்கள் தோன்றின. 1892-ஆம் ஆண்டில் ஒரே சமயத்தில் 7 வால் மீன்கள் தோன்றின. 1932-ஆம் ஆண்டில் பல சமயங்களில் மொத்தம் 13 வால் மீன்கள் காணப்பட்டன.

வால் மீன்களில் சிறப்பு வாய்ந்தது "ஹாலி வால் மீன்" (Halley's Comet) என்பதுதான். எட்மண்டு ஹாலி (Edmund Halley 1656-1742) என்பார் நியூட்டனுடைய ஆராய்ச்சிகட்குதவியாக இருந்தவர். இப்பணியில் இவர் ஈடுபட்டிருக்கையில், 1337-ஆம் ஆண்டு முதல் 1698-ஆம் ஆண்டு வரையில் தோன்றின 24 வால் மீன்களில் மூன்று மட்டிலும் ஒரே பண்புகளைப் பெற்றிருப்பதைக் கவனித்தார். அவை மூன்றும் தனித்தனியானவையல்லவென்றும், ஒரே மீனின் தனித்தனியான தோற்றங்களென்றும் ஊகித்தார். 1531-ஆம் ஆண்டிற்றான் அது முதன் முதல் வானத்தில் பார்க்கப்பட்டது: அதை 1607-ஆம் ஆண்டில் கெப்ளர் பார்த்தார். 1682-ல் அதை எட்மண்டு ஹாலியே பார்த்தார். எனவே அது 75 ஆண்டுகட்கு ஒரு முறை சூரியனைச் சுற்றி வருகின்றது என்று அவர் நிச்சயித்தார். அது மறுபடியும் 1758-ஆம் ஆண்டில் தோற்றும் என்ற உறுதியுடன் தன் அபிப்பிராயத்தை வெளியிட்டார். "என் கூற்று மெய்க்குமானல், ஏனைய வால் மீன்களும் அவ்வாறே திரும்பி வர வேண்டும்... இந்த வால்மீன் நான் கூறியபடி 1758-ஆம் ஆண்டில் திரும்பி வருமாயின் இது முதன் முதல் ஒரு ஆங்கிலேயனால் கண்டு பிடிக்கப்பட்டது என்பதைப பாரபட்சமற்றப பிற்கால உலகம் ஒப்புக் கொள்ள மறுதளிக்காது" என்று அவர் நம்பினர்.

அவருடைய ஊகம் மெய்த்தது. ஆனல் அப்போது ஹாலி இறந்து 16 ஆண்டுகள் ஆய்விட்டன. எனினும் அவருடைய சொற்கள் இறக்கவில்லை. 1758-ஆம் ஆண்டு நெருங்கவும், கணித விஞ்ஞானிகள் அந்த வால் மீனின வருகையை வெகு ஆவலுடன் எதிர் நோக்கி நின்றார்கள். ஆனல் டிரஸ்டன் (Dresden) என்ற ஊருக்கருகில் பாலிட்ஸ் (Politzsch) என்ற ஒரு குடியானவன் 1758 ஆம் ஆண்டில் கிறிஸ்மஸ் பண்டிகையன்றிரவு அதைக் கண்ணுற்றான்.

மனிதனின் அறிவின் மாண்புக்கு மற்றொரு சான்று ஹாலியின் வால்மீன் அளிக்கிறது. ஹாலியின் பெயரை நிலை நாட்ட அவர் பெயரையே அவர் கண்டு பிடித்த மீனுக்களிக்கப்பட்டது.

அதற்கும் சூரியனுக்கும் உள்ள தூரம், நீச்சத்தில் 5½ கோடி மைல்; 58 ஆண்டுகட்குப் பின்னர் உச்சமடையும்போது 330 கோடி மைல்.

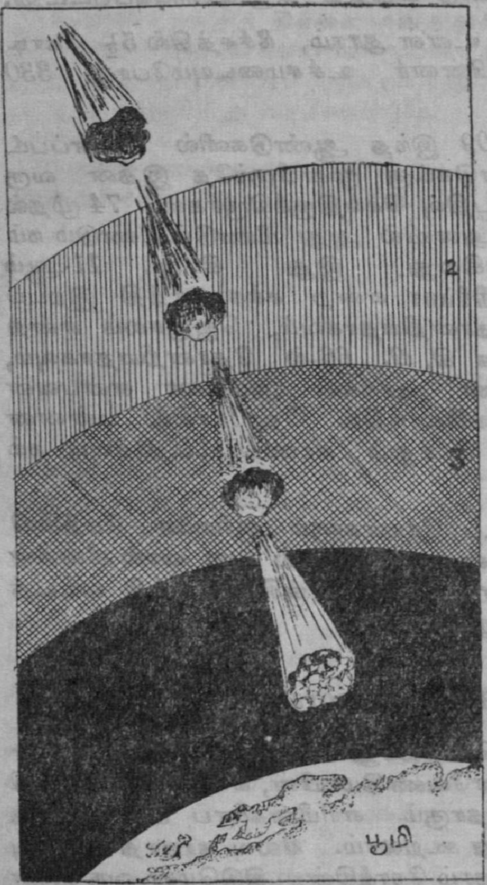
இது மீண்டும் 1835, 1909 இந்த ஆண்டுகளில் காணப்பட்டது. இரண்டாயிரம் ஆண்டுகட்கு முன்பிருந்தே இதன் வருகையை மக்கள் நன்கறிந்து பதிவு செய்திருக்கிறார்கள். 74 முதல் 9 ஆண்டுகள் உள்ள கால அளவில் அது மீண்டும் மீண்டும் நம் மண்டலத்தை அண்டியிருக்கிறது. இது கி. மு. 11-ஆம் ஆண்டில் ரோமாபுரியில் அக்கிரிப்பா என்ற சக்கரவர்த்தி இறப்பதற்கு முன்பு வானத்தில் தோன்றியதாகவும், ஜெருசலம் என்ற நாட்டினது அழிவைக் குறிக்க கி. பி. 66-ல் தோன்றியதாகவும், 451-ஆம் ஆண்டில் ஹூண அரக்கன் அட்டிலா என்பவன் தோல்வியுற்றபோதும், இங்கிலாந்தில் ஹெரோல்ட் மன்னன் 1066-ல் அரியாசனம் இழந்த போதும் காணப்பட்டதாகவும் நம்பப்படுகின்றது.

கோள்களும், பல உப கோள்களும் சூரியனை மேற்கிலிருந்து கிழக்காகச் சுற்றுகின்றன. ஆனால் பல வால் மீன்கள் கிழக்கு மேற்காகச் சுற்றுகின்றன. மற்றுஞ்சில கிராந்தி வட்டத்திற்குச் செங்குத்தாகச் சுற்றுகின்றன.

## எரிமீன்கள் (Meteors)

வால்மீன்களின் படைப்பில் கலந்துள்ள மூலப் பொருள்களின் இயல்புகளை அறிந்து கொள்ளவேண்டுமாயின், எரிமீன்களைப்பற்றி ஆராய்தல் இன்றியமையாததாகும். எரிமீன்களைப் பார்த்திராதவர்கள் யாருமே இல்லை என்று கூறலாம். நிலவு காயாத இரவுகளில் வானத்தைச் சிறிது நேரம் நோக்கின், திடுமென ஒரு விண்மீன் பூமியை நோக்கி விழுந்து, மின்னலைப் போல் ஒளியைக்கக்கி, கண்ணிமைப்போதில் மறைந்து விடுவதைக் காணலாம். அப்படி விழுவது ஒரு விண்மீனேயல்ல. பூமியின் வாயுமண்டலத்திற்றான் இந்நிகழ்ச்சி காணப்படுகிறது. கோள்களைப் போலவே, சில சிறுசிறு உருண்டைகளும், துணுக்குகளும் கோடிக்கணக்கில் பெருங்கூட்டங்களாகச் சூரியனைச் சுற்றி வருகின்றன. சில சந்தர்ப்பங்களில் அவற்றுள் சில விடுதலையடைந்து பூமியின் மேல் பாய்கின்றன. சில சந்தர்ப்பங்களில் அவற்றினிடையே பூமி பாய்ந்து செல்லுகின்றது. இவ்விரு சமயங்களிலும், அத்துணுக்குகள் பூமியின் கவர்ச்சியில் சிக்குண்டு, அதனுடைய வாயுமண்டலத்தில் புகுந்து, உராய்வுற்று, நெருப்பாக மாறி, மின்னலைப் போன்று ஒரு விநாடி மின்னி, மறைந்து போகின்றன. அவை கக்கும் கன

வின் வெப்பம் 7000°F இருக்கக்கூடும் என்று கருதப்படுகிறது. இவை காட்டும் ஜோதியின் நீளம் 12 மைல் முதல் 15 மைல் வரையில் இருக்கிறது. நாள் தோறும் பூமியின் மேல் இலட்சக் கணக்கான எரி மீன்கள் விழுகின்றன. பெரும்பாலும் அவை வாயு மண்டலத்திலேயே எரிந்து போய் விடுகின்றன. எனினும் ஒருசில வாயுமண்டலத்தில் முற்றிலும் எரிந்து போகாமல் பூமியின் மேல் விழுந்து விடுவதும் உண்டு.




படம் 47
ஒரு எரிமீன்
வாயுமண்டலத்தில் எரிமீன் நுழைந்து, உராய்ந்து, நெருப்பாக மாறி ஒளியை வீசுகிறது

மேற்கூறியவாறு பூமியும் எரிமீன் கூட்டங்களும் ஒன்றையொன்று குறுக்கிடும்போதுதான் மிக அதிகமான எரிமீன் வீழ்ச்சிகளைப் பார்க்கிறோம். சென்ற 1000 ஆண்டுகளில் இக்கூட்டங்கள் பூமியை 33, 34 ஆண்டுகட்கொரு முறை சந்தித்திருக்கிறது என்று கணக்கிட்டிருக்கிறார்கள். ஒவ்வொரு எரிமீன் கூட்டத்துக்கும் ஒரு பெயர் உண்டு. மகம் என்று நாம் கூறுகிற நாண்மீன் கூட்டத்திற்கு ஆங்கிலத்தில் "லியோ" (Leo) என்று பெயர். இம்மீன்களினின்றும் புறப்பட்டு வருவது போன்றுகாணப்படும் எரிமீன் கூட்டத்திற்கு "லியோனிட்கள்" (Leonids) என்றுபெயர். இவை1833, 1866 இந்த ஆண்டுகளில் பூமியின்மேல் மழைபோல் பொழிந்தன. ஆனால் 1899-ஆம் ஆண்டு இவை தோற்றப்படவில்லை. இவற்றிற்கு என்ன நேர்ந்ததோ அறியக்கூடவுமில்லை. அது இன்னும் மறை பொருளாகவே இருக்கிறது. ஒருவேளை வியாழனுடைய கவர்ச்சியால் அவை வேறு புறம் திருப்பப்பட்டிருக்கலாம். மீண்டும் இக்கூட்டம் பூமியை எவ்வெப் போது சந்திக்கும் என்று

உறுதியாய்க் கூறுவதற்கில்லை. லியோனிட்களைப் போலவே, ஆண்டிரோமிட்கள் (Andromids) என்பவை ஆண்டிரோமீடியாவி லிருந்து வருவது போல் காணப்படும் மற்றொரு எரிமீன் கூட்டம்.

வாயுமண்டலத்தில் எரிந்து சாம்பராகாத சில எரிமீன்கள் பூமியின் மேல் விழுகின்றன. அப்படி விழுந்த துண்டுகளைப் பொறுக்கிக் கண்காட்சிச் சாலைகளில் வைத்திருக்கிறார்கள். இத் துண்டுகட்கு "எரிகற்கள்" (Meteorites) என்று பெயர். எல்லா எரி கற்களிலும் ஒரே வகைத்தான மூலங்கள் கலந்திருப்பதில்லை. சில வற்றில் உலோகமே காணப்படுவதில்லை. மற்றும் சிலவற்றில் சிறுசிறு வயிரக் கற்களும், இன்னும் பலவகையான இரத்தினங் களும், வெறுங் கண்ணாடித் துண்டுகளும் காணப்படுகின்றன.

இக்கற்கள் பூமியின் மேல் விழுவதைச் சிலர் கண்டிருக்கிறார் கள். ஆனால் இவை பெரும்பாலும் மக்கள் வாழும் இடங்களுக் கருகில் இதுவரையில் விழுந்ததில்லை. 1876-ஆம் ஆண்டு, ஏப்ரல். 20-ஆம் தேதி இங்கிலாந்தில் ரௌட்டன் (Rowton) என்ற ஊரில் ஒரு கல் விழுந்தது. அப்போது ஒரு பெரும் இடியோசை கேட்கவே, ஒரு குடியானவன் வெளியிற் சென்று, தன்னிலத்தில் ஓரிடத்தில் புதிதாகப் புதைந்து இருக்கும் ஒரு கல்லை வெட்டி யெடுத்தான். அக்கல்லின் எடை $7\frac{3}{4}$ பவுண்டு இருந்தது. அது முற்றிலும் இரும்பினாலாயது. தென்மேற்கு ஆபிரிக்காவில் குரூட்பான்டீன் (Groot Fontein) என்ற இடத்துக்கருகில் விழுந்த ஒரு எரிகல்லின் எடை 70 டன்; அதனுடைய பருமன் 400 கன அடி. அது விழுந்த வேகத்தில் மண்ணில் 5 அடி ஆழம்புதைந்து போயிற்று. இது மிகமிகக் கடினமானதாகவுள்ளது. பன்னிரண்டு வாள்களைக் கொண்டு இரண்டு மணி நேரம் அறுத்த பிறகு அத னின்றும் ஒரு சிறு பாகந்தான் துண்டிக்க முடிந்தது. அதனுள் காணப்பட்ட மூலங்களில் 100-ல் ஆறு பங்கு நிக்கல் கலந்திருந் தது.

1908-ஆம் ஆண்டில் வட சைபீரியாவில் ஒரு எரிகல் கூட்டம் விழுந்தது. விழுந்த இடத்தில் 150 அடி குறுக்களவும், 12 அடி ஆழமுமுள்ள பல படுபள்ளங்கள் உண்டாயின; பல்லாயிரக் கணக் கான மரங்கள் அழிந்து போயின. அவ்வெரிகல் மாரி பொழிந்த போது உண்டான இடியோசை 400 மைல் சுற்றுப் புறங்களில் கேட்டது. அங்கிருந்தும் எழும்பிச் சென்ற காற்றலைகளைத் தொலை தூரத்தில் கேம்பிரிட்ஜில் உள்ள இயந்திரங்கள் பதிவு செய்தன.

எரிகற்கள் வீழ்ச்சியினால் உண்டான பள்ளங்கள் பலவற்றி னுள்ளும் மிகப் பெரியது வட அமெரிக்காவில் அரிஸோனா (Arizona) பாலைவனத்திலுள்ளது. அதனுடைய ஆழம் 600 அடி. அதனருகில் சிறுசிறு எரிமீன்கள் சிதறிக் கிடக்கின் றன. அப்பள்ளத்தினுள் குறைந்தது ஒரு கோடி டன் எடை

யுள்ள கல்புதையுண்டிருக்க வேண்டுமென்று ஊகிக்கப்படுகின்றது. இக்கல் ஒருகாலத்தில் ஒருவால்மீனின் தலையாக இருந்திருக்க வேண்டுமெனவும் கருதப்படுகின்றது. இக்கல்லில் என்னென்ன மூலங்கள் கலந்துள்ளன என்று கண்டறியவும், பிளாடினம், இரிடியம், நிக்கல் ஆகிய உலோகங்கள் கலந்திருந்தால் அவற்றைப் பிரித்தெடுக்கவும் விஞ்ஞானிகளால் பல முயற்சிகள் செய்யப்பட்டு வருகின்றன. இக்கல் எப்போது பூமியைத் தாக்கியதென்று நிச்சயமாக அறிந்து கொள்ள முடியவில்லை. இது ஏற்பட்டுக் குறைந்தது 700 ஆண்டுகட்கு மேலாகி இருக்க வேண்டும். அப்பள்ளத்தின் விளிம்பில் வளர்ந்திருந்த மரத்தின் வளையக் கோடுகளைக் கொண்டு காலத்தைக் கணிக்க முடிந்தது. சிலர் இக்கல் விழுந்தது 2000 ஆண்டுகட்கு முன்பு என்றும், சிலர் 30,000 ஆண்டுகட்கு முன்பென்றும் பலவாறாகக் கூறுகின்றனர். சுமார் $\frac{3}{4}$ மைல் குறுக்களவுள்ள இந்தப் பள்ளம் இன்னும் விஞ்ஞானத்தின் பிடியிலகப்படாத ஒரு இரகசியமாகவே இருந்து வருகிறது.

1895-ஆம் ஆண்டு மேற்குக் கிரீன்லாண்டிலிருந்து வடதுருவ ஆராய்ச்சியாளரான ராபர்ட் பியரி (Robert Peary) என்பவர் 73,000 பவுண்டு, அல்லது 36½ டன் எடையுள்ள ஒரு எரிகல்லைக் கொண்டு வந்தார்.

சமீபகாலத்தில்* வட அமெரிக்காவில் கானடாவின் ஒரு மாகாணமான குவிபெக்கின் வடபாகத்தில் ஒரு பள்ளம் கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. இது வட்டவடிவமான ஒரு பெரிய கற்பாறையில் குடையப்பட்டிருக்கின்றது. இதன் குறுக்களவு 2½ மைல். (அரிஜோனு பள்ளத்தின் குறுக்களவு $\frac{3}{4}$ மைல்தான்.) உறைந்த பனிக்காட்டில் இப்பள்ளம் இருக்கிறது. அதன் நிறைய பனி உறைந்திருக்கின்றது. அங்கு மனித வாசம் இல்லை. அதனைச் சுற்றியுள்ள கற்சுவரின் உயரம் 550 அடி. ஒரு குளத்தில் கல்லெறியப் பட்டால் அங்கு தண்ணீரில் உண்டாகும் வட்டவடிவமான அலைகளைப் போன்று சிறு அலைத்திரள்கள் இப்பள்ளம் உள்ள பாறையிலும் காணப்படுகின்றன. குறைந்தது 10 லட்சம் கோடி டன் பாறை இப்பள்ளத்தினின்றும் குடைந்தெறியப்பட்டிருக்க வேண்டும். முன்னொரு காலத்தில் இவ்விடத்தில் ஒருபெரும் எரிகல் விழுந்ததால் இப்பள்ளம் உண்டாகியிருக்க வேண்டும் என்று ஊகிக்கப்படுகின்றது. போதிய சோதனைகளினால் இந்த ஊகம் உறுதி செய்யப்படவில்லை. 10,000 அணுகுண்டுகளினாற்றான் இவ்வளவு பெரிய பள்ளம் தோன்றக்கூடும்.

எரிமீன்களும் வால்மீன்களும் எவ்வாறு தோன்றின? எந்தச் சக்தியால் அவை இயங்குகின்றன? அவற்றின் முடிவு என்ன? அவை எந்த மூலப்பொருள்களால் ஆக்கப்பட்டுள்ளன? அவற்றிற

---

* Reported in the Science Review of "New York Times"—Dated 13—8—50 by Dr. William L. Lawrence.

கும் கோள்களுக்குமுள்ள தொடர்பு என்ன? இந்தக் கேள்விகள் நம் மனதில் இயற்கையாக எழுபவை. தக்க விடைகளை விஞ்ஞானிகள் அளிப்பார்களாயின் பிரபஞ்சத்தின் படைப்பைப் பற்றிய உண்மைகள் பலவற்றை நாம் அறிந்தவர்களாவோம்.

வால்மீன்களின் தலைகளில் கோடிக்கணக்கான எரி மீன்களும் பலவகையான வாயுப் படலங்களும், இடிந்த துகளும், நுண்ணிய புழுதியும் அடங்கியுள்ளன. அவை சூரியனை நெருங்கும்போது, சூரியனுடைய கவர்ச்சியாலும், கோள்களின் கவர்ச்சியாலும் அவற்றின் தலையிலடங்கியுள்ள பொருள்கள் விடுதலைபெற்று எரிமீன்களாக விழுகின்றன. தலையிலிருந்து வெளியாகும் புழுதி மருவிகளான வால்கள் வளர வளர ஒரு காலத்தில் அங்கு புழுதியே இல்லாமல் ஆகிவிடும். அதனால் சில வால்மீன்கள் வால்களை இழந்துவிடுப. மற்றும் சில வால்மீன்கள் சூரிய மண்டலத்தின் கவர்ச்சியால் முற்றிலுமே உடைந்து எரிமீன் கூட்டங்களாக மாறி பூமியை அடிக்கடி குறுக்கிடுகின்றன, சில வால் மீன்கள் சுற்றிவந்த பாதையில் எரிமீன் கூட்டங்கள் காணப்படுவதே இதற்குச் சான்றாகும்.

சென்ற 50 ஆண்டுகளாக சிகாகோ பல்கலைக் கழகத்தைச் சேர்ந்த டாக்டர் ஹாரிஸன் பிரௌன் (Dr. Harrison Brown of the Institute of Nuclear Studies, University of Chicago.) முதலாய விஞ்ஞானிகள் ஆராய்ச்சி புரிந்து மற்றுமொரு முடிவுக்கு வந்துள்ளார்கள். ஒரு காலத்தில் பலகோடி யாண்டுகட்கு முன்னர் செவ்வாய்க்கும் வியாழனுக்கும் இடையில் ஏறக்குறைய செவ்வாயளவு பருமனைக் கொண்டிருந்த ஒருகோள் எக்காரணத்தாலோ திடீரென்று துண்டு துண்டாக வெடித்துவிட்டது. அவ்வெடிப்பிலிருந்து சிதறியோடும் துண்டு துணுக்குகள்தான் எரிமீன்கள் என்பது அவர்களின் முடிவு.

பூமியின்மேல் விழுந்துள்ள எல்லா கற்களிலும் இரும்பும், நிக்கலும், இன்னும் பலவிதமான உலோகங்களும் கலந்திருக்கின்றன. ஒரு கோள் வெடித்து அதனின்றும் இக் கற்கள் வெளிவந்தமையால் இவற்றிலுள்ள மூலப் பொருள்கள் அக் கோளிலும் கலந்திருக்கவேண்டும். அழிந்துபோன அக்கோள் ஒரு காலத்தில் சூரிய மண்டலத்தில் பிறந்தது. அம் மண்டலத்திலுள்ள எல்லா கோளகளிலும் அம்மூலங்கள் காணப்படுகின்றன. ஆகையாற்றான் எரிகற்களில் காணப்படும் மூலங்கள் பூமியிலும் கலந்திருக்கின்றன. ரேடியோ கதிர் வீசும் இசோடோப் (Isotope) முதலியவற்றின் உதவியால் பூமியின் புரைகளிலும், மையத்திலும் என்னவென்ன உலோகங்கள் கலந்துள்ளன என்பதைத் தெளிவாக அறிந்து கொள்ளக்கூடும். பூமியின் மத்தியில் பொன்னும், பிளாடினமும் ஏராளமாக உள்ளனவென்று அறியக்கிடக்கிறது. அவ்விடத்திலுள்ள பொன் முழுவதையும் எடுத்து ஒரு கஜ கனமுள்ள தகடாக அடித்தால்,

அத் தகட்டைக்கொண்டு பூமியை மூட ஒரு கவசம் செய்யலாம். அங்குள்ள பிளாடினத்தால் இரண்டு கஜ கனமுள்ள தகடு செய்து பூமிக்குக் கவசமிடலாம்!

எரிகற்களிலும், பூமியிலும், சூரிய மண்டலத்திலும், விண் மீன்களிலும், ஆகாயக் கங்கைகளிலும், இவற்றினிடையே பரவியுள்ள நுண்ணிய புழுதிப் படலங்களிலும் ஒரே வகையான மூலப் பொருள்கள்தான் காணப்படுகின்றன. ஆகவே இந்த இயற்கைத் தோற்றமாகிய பிரபஞ்ச மனைத்தும் ஒரே இயல்பினை யுடைய சக்தியினின்றும் பிறந்து வளர்ந்துவந்துகொண்டிருக் கின்றது என்று நாம் அறிகின்றோம்.

---

# அத்தியாயம் 17

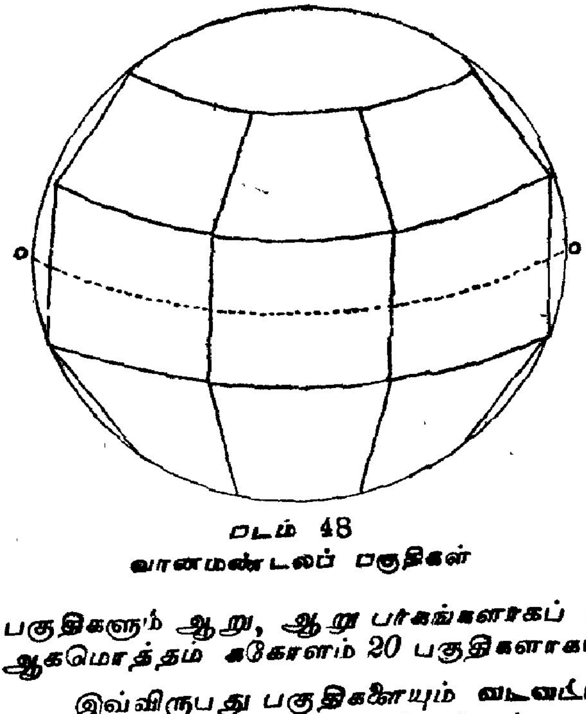
## மீன் கூட்டங்கள் (Constellations)

ஒரு குளிர்ந்த இரவு. வானம் மாசு மரு வற்றிருக்கின்றது. நாம் ஒரு சிறு குன்றின்மீது ஏறி நிற்கின்றோம். மெல்லிய வாடைக் காற்று சிலு சிலு வென்று வீசுகின்றது. மேலே வாயு மண்டலத்தில் பனித்துளிகள் செறிந்து அதைப் பளிங்குபோல் தூய்மையாக்கியுள்ளன. நம் உள்ளங்களில் புரண்டு கொண்டிருந்த எண்ண அலைகள் ஓய்வடைகின்றன. ஒரு பெரும் அமைதி நிலவுகின்றது.

வானத்தில் தொலை தூரத்தில் மீன்கள் தனித்தும் திரள்திரளாகவும் கீழ்வானிலிருந்து மெள்ளமெள்ளத் தம மௌன யாத்திரையைத் தொடங்குகின்றன. அவற்றின் இயக்கத்தை நாம் காணக் கூடுவதில்லை. எனினும் ஒருமணி நேரத்தில் அவை இடம்பெயர்ந்து விட்டதை யறிகின்றோம். ஆயிரமாயிரம் மீன்கள் வானத்தில் "பார்க்குமிடமெங்கணும் நீக்கமற" நிறைகின்றன. வானத்தின் எல்லையற்ற விரிவை யும் அளப்பரும் ஆழத்தையும் உணர்கின்றோம்.

பண்டைய மக்கள் வானத்தில் காணப்படும் மீன் கூட்டங் கட்குத் தனித்தனியான பெயர்களை யளித்திருக்கிறார்கள். அவற்றால்தான் நாம் மீன்களை அடையாளங் கண்டுகொள்ளு கின்றோம். இப் பெயர்கள் நாட்டுக்கு நாடு மாறுபடுகின்றன. விண் மீன்களின் அளவுகளைப் பற்றியும், பல்வேறு இயல்பு களைப்பற்றியும் ஆன ஆராய்ச்சிக்கு முன்னர் நாம் வெற்றுக் கண்களால் காணக்கூடிய சில முக்கியமான விண் மீன்களுடன் நட்பு கொள்ள முயல்வோம்.

சென்னையைப் போன்ற ஒரு பெரும் நகரத்தில் வசிக்கும் நண்பர்களைப்பற்றி நாம் முதலில் அறிந்து கொள்ளுவது அவர்கள் வசிக்கும் தெருக்களின் பெயர்கள் அல்லவா? திருவாளர் முருகவேள் சென்னையில் வசிக்கிறார் என்று கூறின், அவர் வசிக்கும் தெருவின் பெயரைக் கூறினாலன்றி அவரை எளிதில் கண்டு பிடிக்க முடியாது. அதைப் போலவே விண்மீன்களைப்பற்றியும் நாம் அறிந்து கொள்ள விரும்பினால், அவை வானத்தில் எந்த இடத்தில் உள்ளன என்று முதலில் தெரிந்து கொள்ளவேண்டும். ஒரு நகரம் பல பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டிருப்பதைப்போல் வான மண்டலமும் பல பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கிறது. படம் 48-ஐப் பார்க்கவும். இது ககோளத்தின் உருவபடம். இது இருபது பாகங்களாகப் பகுக்கப்பட்டிருக்கின்றது. வட துருவப் பிரதேசம், தென் துருவப் பிரதேசம் இரு பாகங்கள். நிரட்ச ரேகைக்கு இருபுறமும் சமதூரத்தில் இரு சம கோடுகள் வரையப்பட்டுள்ளன. இவ்விரு கோடுகட்கும் இடையிட்டப் பிரதேசம் ஆறு சம பாகங்களாகப் பகுக்கப்பட்டுள்ளது. அதைப் போலவே துருவப் பிரதேசங்கட்கும், நிரட்ரேசைப் பிரதேசங்கட்கும் இடையிலுள்ள இரு பகுதிகளும் ஆறு, ஆறு பாகங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. ஆகமொத்தம் ககோளம் 20 பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது.



படம் 48
வானமண்டலப் பகுதிகள்

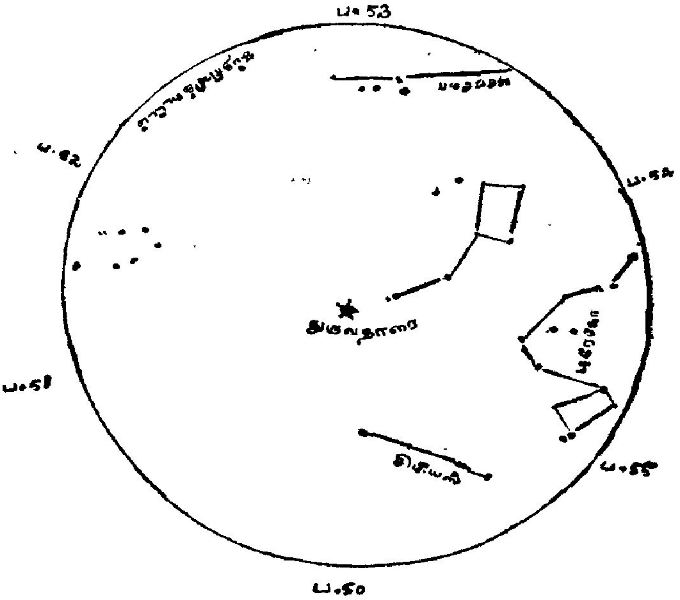
இவ்விருபது பகுதிகளையும் வடவட்டாரம் என்றும், நிரட்ச ரேகை வட்டாரம் என்றும் தென்வட்டாரம் என்றும் 3 வட்டாரங்களாகப் பிரித்துக்கொள்ளுவோம். இப்போது ஒவ்வொரு பகுதியாக எடுத்துக்கொண்டு அதனுள் அடங்கியுள்ள மீன்களை நோக்குவோம்.

## வடவட்டாரம்

### பகுதி 1 (படம் 49)

இப் பகுதியில் உள்ள முக்கிய மீன் துருவதாரைதான். இதற்கு மேறுடுகளில் சிறு நாடிக் கூட்டமென்றும் சிறு கரண்டிக் கூட்டமென்றும் பெயர். (Little Bear, Small Dipper). சப்தரிஷிக்

கூட்டத்தில் (படம் 53-இல்) "ஆ" என்ற மீனை "அ" என்ற மீனுடன் ஒரு கோட்டினால் இணைத்து, அக்கோட்டை நீட்டிக் கொண்டே போனால் அது துருவதாரையைத்தொடும். இப்பகுதியில் ஒளி பொருந்திய மீன் வேறொன்றும் இன்மையால் துருவ




படம் 49

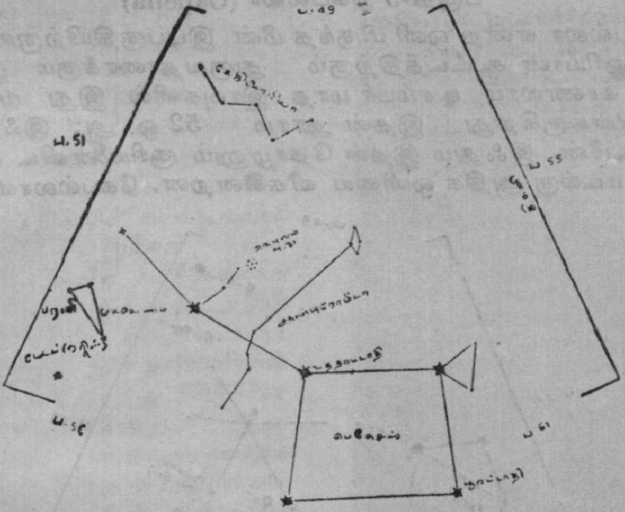
துருவதாரை

தாரையை எளிதில் கண்டுகொள்ளலாம். இதன் தூரம் 75 ஒளி யாண்டுகள். இதனை யொட்டி ஒரு சிறுமீன் இதற்குத் தோழனாக அமைந்துள்ளது. அதை வெற்றுக் கண்களால் காண முடியாது. துருவதாரை ஒரு இரட்டை மீனாகும்.

*பகுதி 2—கேசியோபியா (படம் 50)*

இப்பகுதியில் உள்ள மீன் கூட்டங்களானவை :—கேசியோபியா, ஆண்டிரோமீடா, பெகேசஸ் கூட்டத்தின் ஒருபாகம்.

கேசியோபியா (Cassiopeia) "W" இந்த உருவத்திலுள்ளதால் இதை எளிதில் அறிந்துகொள்ளலாம். சப்தரிஷி கூட்டத்திற்கும் துருவதாரைக்கும் எவ்வளவு தூரம் உள்ளதோ அவ்வளவு தூரந்தான் துருவதாரைக்கும் கேசியோபியாவுக்கும் இடையிலுள்ளது. இதற்குத் தெற்கில் ஆண்டிரோமீடா (Andromeda) பெகாசஸ் (Pegasus) கூட்டங்கள் உள்ளன. பூரட்டாதி உத்திரட்டாதி ஆகிய நாண்மீன்கள் இக்கூட்டங்களிற்றான் உள்ளன.



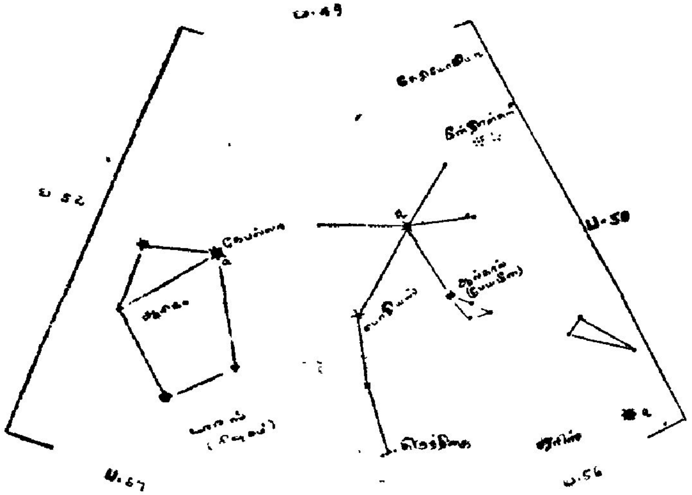
படம் 50
கேசியோபியா

ஆண்டிரோமீடா கூட்டத்தில் அழகிற் சிறந்த இரட்டை மீன் ஒன்று உள்ளது. அவற்றில் ஒன்று மஞ்சள் நிற வைடூரியம் போலவும், மற்றொன்று பச்சைநிற மரகதத்தைப் போலவும் மிளிர்கின்றன. மரகதமீனும் தூரதரிசினியில் ஒரு இரட்டை மீனாகத் தோற்றுகின்றது! இவையனைத்தும் 400 ஒளியாண்டுகள் தூரத்தில் உள்ளன. இக்கூட்டத்திற்றான் புகழ்பெற்ற ஆண்டிரோமீடா நெபுலம் (Andromeda Nebula) இருக்கிறது. (புகைப் படம் 8) இதை வெற்றுக் கண்களினாலேயே காணலாம்.

புகைப் படம் 8
ஆண்டிரோமீடா நெபுலம்

## பகுதி-3 கேபல்லா (Capella)

கேபல்லா என்ற ஒளி மிகுந்த மீன் இப்பகுதியிற்றான் இருக்கிறது. ஓரியான் கூட்டத்திற்கும் துருவதாரைக்கும் இடையில் இதைக் காணலாம். டிசம்பர் மாத இரவுகளில் இது முழு வனப்புடன் விளங்குகிறது. இதன் தூரம் 52 ஒ. ஆ. இஃது ஒரு இரட்டைமீன். இஃதும் இதன் தோழனும் சூரியனைவிட முறையே 105, 80 மடங்கு அதிக ஒளியை வீசுகின்றன. கேபல்லாவின் நிறம்



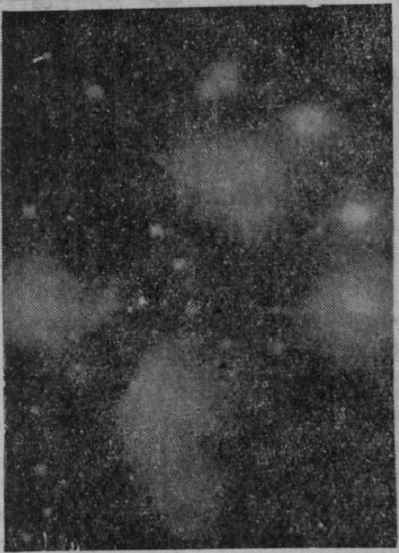
**படம் 51**
**கேபல்லா**

மஞ்சள். குறுக்களவில் சூரியனைவிட இது 11மடங்கு பெரியது; பருமனில் 1300 மடங்கு பெரியது. எனினும் எடையில் சூரியனைவிட 4 மடங்குதான் அதிகம். இப்பகுதியில் ஆல்கால் (Algol) அல்லது பேய்மீன் என்ற பெயர்பெற்ற ஒரு மீன் இருக்கின்றது. இது ஒரு இரட்டை மீன். ஒன்று ஒளியையுடையது. மற்றொன்று இருண்ட கோளம். இரண்டும் ஒன்றையொன்று 2 நாட்கள் 21 மணிக்கு ஒரு முறை சுற்றிக் கொள்ளுகின்றன. இருண்ட மீன் தன் தோழனுக்கு முன்னர் வரும்போது அதன் ஒளியில் பெரும் பகுதியும் மறைபடுகிறது; அது தாண்டிச் சென்ற பிறகு ஆல்கால் தன் முழு ஒளியுடனும் விளங்குகிறது. இதனுடைய ஒளி மாறுபாடுகட்குக் காரணங் காணக் கூடாத பண்டைய மக்கள் இதனைப் பேய்மீன் என்று அழைத்தனர்.

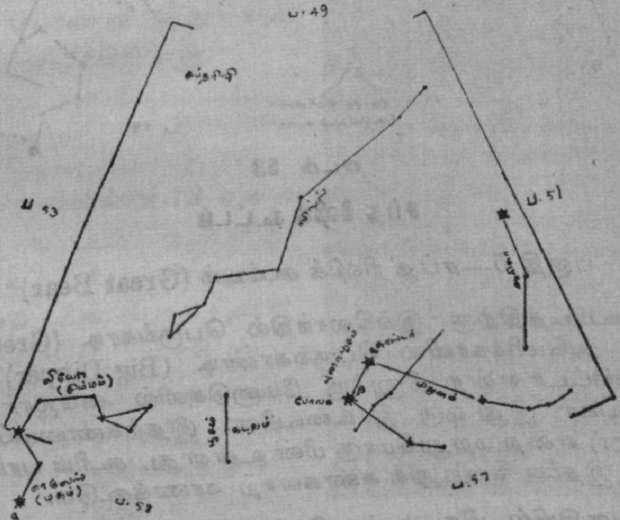
ஆல்காலுக்குச் சற்று வடக்கில் பெர்ஸியஸ் (Perseus) என்ற பெயருள்ள இரு கூட்டங்கள் உள்ளன.

இப்பகுதியில் உள்ள ஒரு முக்கியமான கூட்டம் கிருத்திகை (Pleiades) என்பது. (புகைப்படம் 9) வெற்றுக் கண்களுக்கு இதில்

6 மீன்கள் தெரிகின்றன. நம் நாட்டில் இதற்கு ஒரு தனிப் பட்ட புகழ் உண்டு. அது, முருக பெருமானைக் குழவிப் பருவத்தில்பாலூட்டி வளர்த்த ஆறு பெண்கள் என்றும் அழியாத பெருமையுடன் வானத்தில் கிருத்திகைக் கூட்டமாகக் காட்சியளிக்கின்றார்கள், என்பதேயாம். கூரிய பார்வையை யுடைய சிலர் இக்கூட்டத்தில் 14 மீன்களையும் காண்கின்றார்கள். ஆனால் தூரதரிசினியில் இதனுள்குறைந்தது 3000மீன்கள் காணப்படுகின்றன. இது மிகச்சிறிய கூட்டமானாலும் இது வானத்தில் கைக்கொண்டுள்ள இடம் ஒரு கோடியே எண்பது லட்சம் கோடி மைல்களாகும்! இக்கூட்டம் முழுவதிலும் மெல்லியமுகிற் படலம் விரவியுள்ளது. தூரம் 200 ஒ. ஆ. இதை ஆகஸ்ட் மாதம் முதல் மார்ச் மாதம் வரையில் வானத்தில் காணலாம்.



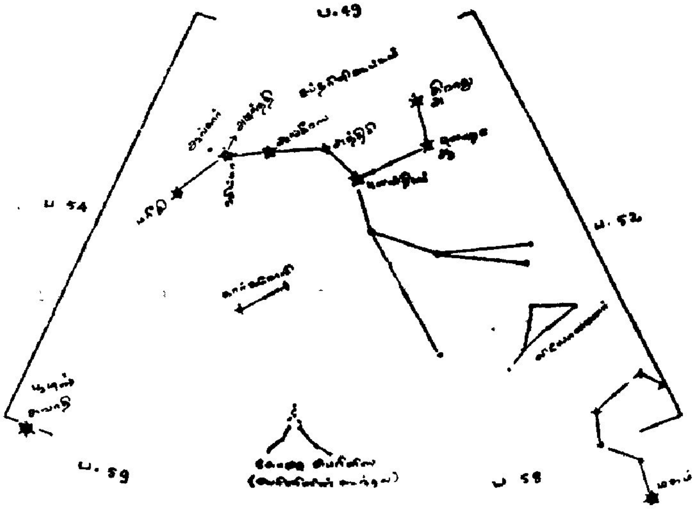
புகைப்படம் 9
கிருத்திகைக் கூட்டம்



படம் 52
ஜெமினை

### பகுதி 4—ஜெமினீ (Geminii) படம் 52

இப்பகுதியில் ஜெமினீ (புனர்பூசம்), கான்சர் (பூசம்), லியோ (மகம்) (இதில் ஒருபகுதி), உள்ளன. பூசம் மிகவும் மங்கலான இரு மீன்களாகும். புனர்பூசம் பேரெழிலுடனும், ஒளியுடனும் விளங்குகிறது. இக்கூட்டத்தில் இருமீன்கள் உள்ளன. ஒன்றின் பெயர் **கேஸ்டார்;** மற்றொன்றின் பெயர் **போலாக்ஸ்.** வான மண்டலத்திலேயே கேஸ்டார் என்ற மீன் ஒரு விசித்திரப் படைப்பாகும். வெற்றுக் கண்களுக்கு அது ஒற்றை மீனாகக் காணப்படுகின்றது. எனினும் அது மூன்று மீன்கள் கொண்ட ஒரு சிறு கூட்டமாகும். இம்மூன்றுங்கூட தனித்தனி இரட்டை மீன்கள் என்று தெரிய வருகிறது. எனவே கேஸ்டார் 6 தனிப்பட்ட மீன்கள் சேர்ந்த ஒரு சிறு கூட்டமாகும்.




படம் 53

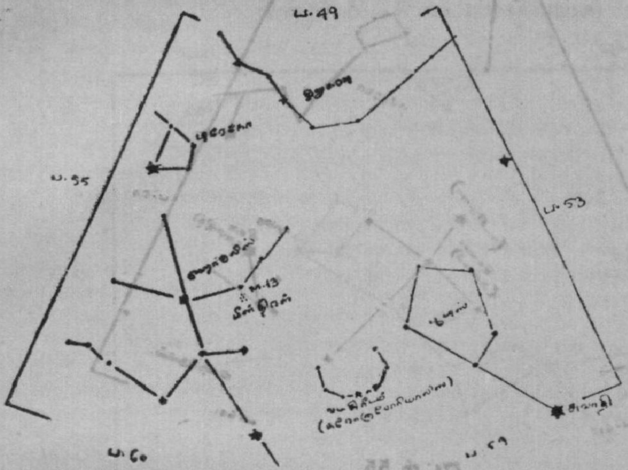
**சப்த ரிஷிக் கூட்டம்**

### பகுதி 5—சப்த ரிஷிக் கூட்டம் (Great Bear)

இக்கூட்டத்திற்கு இங்கிலாந்தில் பெருங்கரடி (Great Bear) என்றும், அமெரிக்காவில் பெருங்கரண்டி (Big Dipper) என்றும் பெயர். வசிட்டர் என்ற மீனுக்கு மேனாடுகளில் மைஜார் (Mizor) என்று பெயர். இது ஒரு இரட்டைமீன. இதற்கண்மையில் ஆல்கார் (Alcor) என்ற மற்றுமொரு மீன் உள்ளது. கூரிய பார்வையுள்ளவர்கள் இதனை வெற்றுக் கண்களாற் காணக்கூடும்.

இப்பகுதியில் மிக நுண்ணிய ஒளியையுடைய பெரினிஸின் கூந்தல் (Berenice's Hair) என்ற ஒரு கூட்டம் உள்ளது.

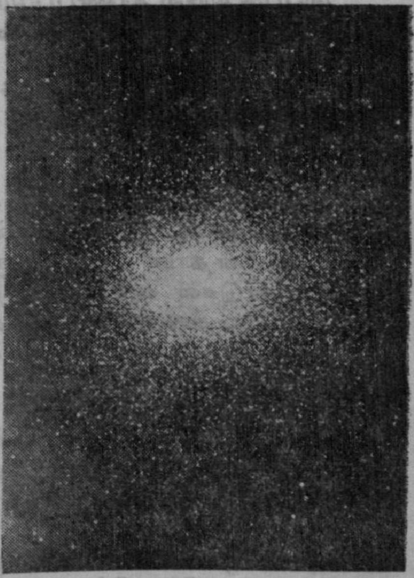
## பகுதி 6—ஹெர்குலிஸ் (Herculis) படம் 54



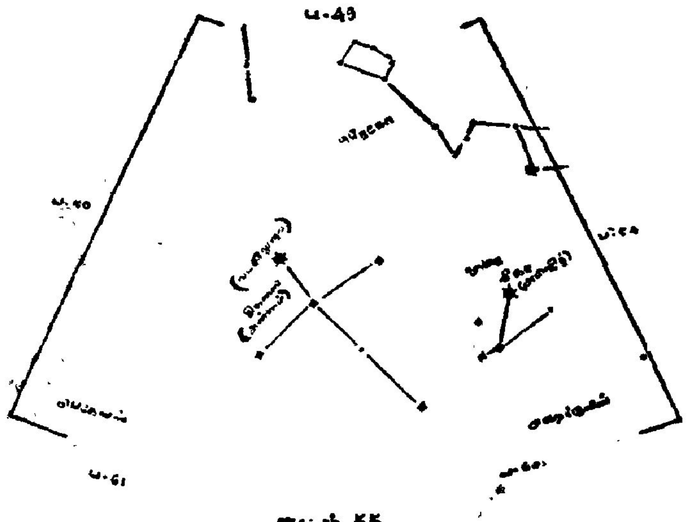
படம் 54
ஹெர்குலிஸ்

இதனுள் பூதிஸ் (Bootis) வடகிரீடம் (Corona Borealis ஹெர்குலிஸ் ஆகிய கூட்டங்களைக் காணலாம். பூதிஸ் என்ற கூட்டத்தின்யோகதாரை தான் ஆர்க்டூரஸ் (Arcturus) அல்லது சுவாதி என்ற அழகிய மீன். சப்தரிஷிக் கூட்டத்திலுள்ள வசிட்டரை மரீசியுடன் ஒரு கோட்டினால் இணைத்து அதை நீட்டினால் அது சுவாதியின் அருகிற் செல்லும். கோடை இரவுகளில் ஓர் அழகிய வெண் முத்தைப் போன்று இது வடவானில் ஜொலிக்கின்றது.

ஹெர்குலிஸில் M-13 என்ற ஒரு மீன் கூட்டம் உள்ளது. அது வெற்றுக் கண்களுக்கு ஒரு ஒற்றை மீன் போலத்தான் காணப்படுகிறது. எனினும் தூரதரிசினியில் அது ஒரு பெரிய மீன் திரளாகக் காட்சியளிக்கிறது. இக்கூட்டத்தில் 50,000 மீன்கட்குமேல் செறிந்துள்ளன. (புகைப்படம் 10-ஐப் பார்க்க)



புகைப் படம் 10
ஒரு மீன் திரள் (M-13)



படம் 55
வீகா (அபிஜித்)

## பகுதி 7—வீகா (அபிஜித்)

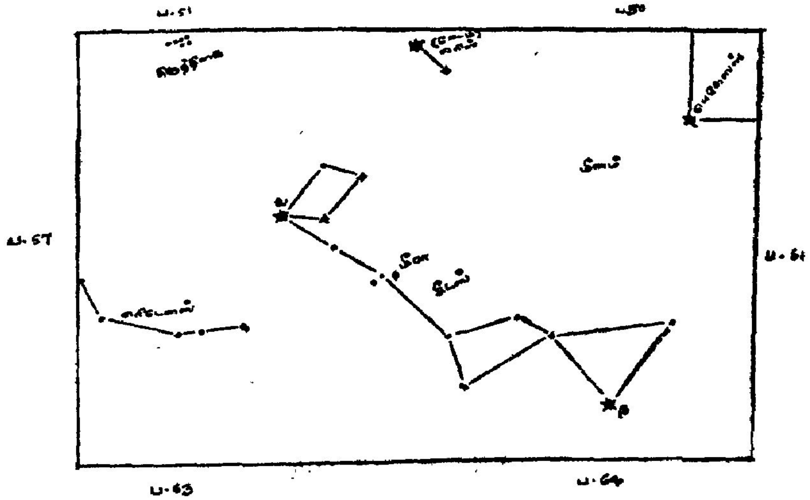
இப்பகுதியில் காணப்படும் மீன்களுள் மிகச் சிறப்பு வாய்ந்தது வீகா (Vega) என்ற மீன்றான். சுவாதி என்ற வெண் மீனுக்கு நேர்கிழக்கில் காணப்படும் நீல வண்ண மீன் வீகா எனபது. இதை ஆகஸ்டு முதல் டிசம்பர் வரையில் வானத்தில் காணலாம். இது சூரியனைவிட 50 மடங்கு அதிக ஒளியை உடையது. இதன் தூரம் 26 ஒளி யாண்டுகள்.

அயனச் சலனத்தின் காரணமாக பூமியின் வடதுருவம் சுற்றிக்கொண்டே இருத்தலால் இன்னும் 12,000 ஆண்டு கட்குப் பின் இம்மீன்தான் நம் துருவதாரையாகும். அந்நிலையை அது 3000 ஆண்டுகள் வகிக்கும். இதற்கும் ஹெர்குலிஸுக்கும் இடையிலுள்ள இடத்தை நோக்கித்தான் நம் சூரியன் தன் கோள் குடும்பத்துடன் விநாடிக்கு $12\frac{1}{2}$ மைல் விதம் பாய்ந்து சென்று கொண்டிருக்கின்றது.

இப்பகுதியில் உள்ள மற்றொரு கூட்டத்திற்கு வடசிலுவை (Northern Cross) என்றும், அன்னம் (Cygnus) என்றும் பெயர். செப்டம்பர் அக்டோபர் மாதங்களில் இரவு எழு மணிக்கு இதைக் காணலாம். இக்கூட்டத்தில் 61-சிக்னி என்ற ஒரு மீன் உள்ளது. சென்ற எழெட்டாண்டுகளில் இதற்கு ஒரு தனிச் சிறப்பு வாய்ந்துள்ளது. ஏனெனில் நம் சூரியனுக்குக் கோள்கள் அமைந்திருப்பதைப்போல் இதற்கும் ஒரு கோள் இருப்பதாகக் கண்டு பிடிக்கப்பட்டிருக்கின்றது.

## நிரட்ச ரேகை வட்டாரம்

### பகுதி 8—சீட்டஸ் (Cetus)



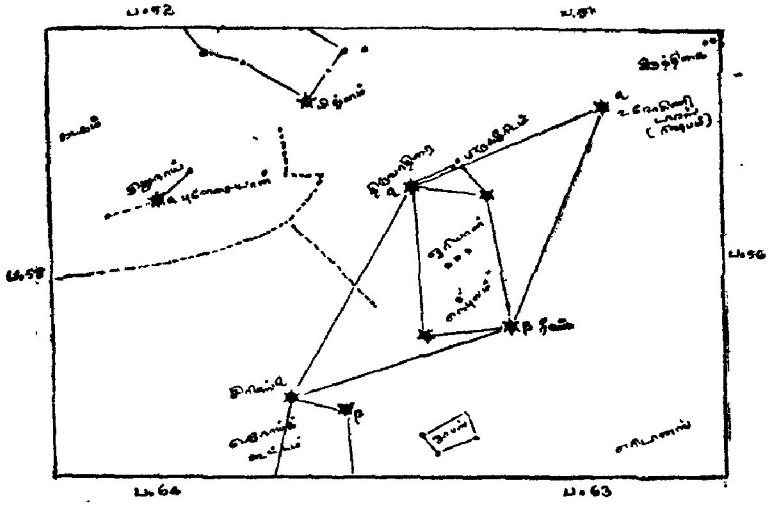
படம் 56
சீட்டஸ்

இப்பகுதியில் சீட்டஸ் என்ற மீன் கூட்டம் மிக மங்கலான மீன்களைக் கொண்டது. அவற்றுள் முக்கியமானது "மீரா" (Mira) என்ற மீன் இது 11 மாத அளவில் சிறிது சிறிதாக ஒளிப் பெருக்கமுற்று, மீண்டும் அவ்வொளியை யிழந்து பழைய மங்கிய நிலையை யெய்துகிறது.

### பகுதி 9—சிரியஸ் (Sirius)

வான வெளியிலேயே இப்பகுதிதான் மிகமிக விசித்திர மானது. இதனுள் ஓரியான் (Orion), பெருநாய் (Canis Majoris), சிறுநாய் (Canis Minoris), இடபம் (Taurus), ஆகிய கூட்டங்கள் உள்ளன.

**சிரியஸ் :** வானத்தில் நம் கண்களுக்குத் தோற்றமளிக்கும் மீன்கள் யாவற்றிலும் ஒளி மிகுந்தது இம்மீன்றான். உலகத்தி லுள்ள வைரக் கற்கள் அனைத்தையும் உருக்கி ஒரு கல்லாக வார்த்தாலும், அது சிரியஸின் ஜொலிப்புக்கு ஈடாகாது. பனிக் காலத்தில் இரவுகாலங்களில் வானத்தில் ஈடிணையற்றுத் தனியரசு புரிகின்றது. இது உதயமாகும்போது இதனின்றும் மாறி மாறி வீசும் சிவப்பு, நீலம், மஞ்சள் ஆகிய ஒளிக்கதிர்கள் நம்கண்களுக்கு ஒரு விருந்தாகும். இம்மீனின் தூரம் $8\frac{1}{2}$ ஒளி யாண்டுகள். அதி காலையில் சூரியனுடன் இது உதிக்கும்போது நைல்நதி பெருக்



படம் 57

சிரியஸ், ஓரியான்

கெடுக்கும் என்ற நம்பிக்கை தொன்றுதொட்டு எகிப்து நாட்டில் இருந்து வருகிறது.

சிரியஸுக்கு ஒரு சிறு தோழன் உண்டு. அதனுடைய இயக்கத்தைக்கொண்டு சிரியஸின் எடையும், பரிமாணமும் கணக்கிடப் பட்டுள்ளன.

**ஓரியான் :** இக்கூட்டம் பனிக்கால இரவுகளில் வானத்திற்கே ஒரு தனித்தச் சோபையைக் கொடுக்கிறது. இதனுள் கட்டில் கால்கள் போன்று நான்கு மூலையில் நான்கு மீன்களும, நடுவில் மூன்று மீன்களும் உள்ளன. இரேக்கநாட்டில் முன்னொருகாலத்தில் ஓரியான் என்ற ஒரு அரக்கன் இருந்தான். அவன் வேட்டைப் பிரியன். அவனுடைய பெயரையே இக்கூட்டத்திற்கு அளித்துள்ளார்கள். வடபுறம் உள்ள இருமீன்களும் இவன் தோள்கள்; தென் புறம் உள்ள இருமீன்களும் இருபாதங்கள், நடுவில் உள்ள மூன்று மீன்கள் இவன் இடையில் வரிந்து கட்டியுள்ள கச்சைப்பட்டை.

ஓரியானின் வலது தோளில் உள்ள மீன் செவ்வொளி வீசுகின்றது. அதற்கு மேனாடுகளில் பீடல்கூஸ் என்றும் நம் நாட்டில் திருவாதிரை என்றும் ஆருத்ரா என்றும், பெயர்கள் வழங்குகின்றன. இம்மீன் வான ஆராய்ச்சியில் ஒரு முக்கிய இடம் பெற்றுள்ளது. தூரதரிசினியின உதவியைக் கொண்டு முதன் முதல் இதனுடைய குறுக்களவுதான் அளந்தறியப்பட்டது. மௌண்ட் வில்சன் வான ஆராய்ச்சிக் கூடத்தில் பேராசிரியர் மைகேல்சன் என்பார் மிக நுண்ணிய கருவிகளைக் கையாண்டு இம்மீனினுடைய குறுக்களவு 23,00,00,000 மைல்கள் என்று கண்டு பிடித்தார். இது

சூரியனுடைய குறுக்களவை விட 300 மடங்கு அதிக அளவையுடையது. திருவாதிரை உருவில் பெரியதே ஒழிய அதன் திண்மை மிக மிகக் குறைவுதான்; அது கருத்திற் கெட்டாத மிக நுண்ணிய வாயுவினால் திரட்டப்பட்ட ஒரு கோளமாகும். பிரபஞ்சத்தில் புதிதாகப் பிறந்து வாணாளைத் தொடங்கியுள்ளது திருவாதிரை. இது வயது செல்லச் செல்ல திண்மையிற் செறிவுற்று, வெண்ணிற மெய்தி, பிறகு நீல நிறம் பெற்று, பிறகு மீளவும் வெணமை, மஞ்சள் ஒளிகளை வீசி, இறுதியில் செந்நிறம் பூண்டு, மூப்பையடைந்து, தன் சத்தையும் இழந்து மீண்டும் பிரபஞ்சத்தில் இரண்டறக் கலக்க வேண்டும். இது பிறந்து எத்தனை கற்ப கோடிகள் ஆயினவோ! தன் இறுதி நிலையை எய்த இன்னும் எத்தனை கற்ப கோடிகள் செல்லவேண்டுமோ யாரறிவர்?

ஓரியானின் இடது அடியில் உள்ளது ரீகல் (Rigel) என்ற மீன். இது நல்ல வாலிபத்தில் உள்ளது. இதன் நிறம் நீலம். இது மிக மிக வெப்பமான மீன்களிலொன்றாகும். இது சூரியனைவிட 15,000 அதிக ஒளியை உடையது. தூரம் 450 ஒளியாண்டுகள்.

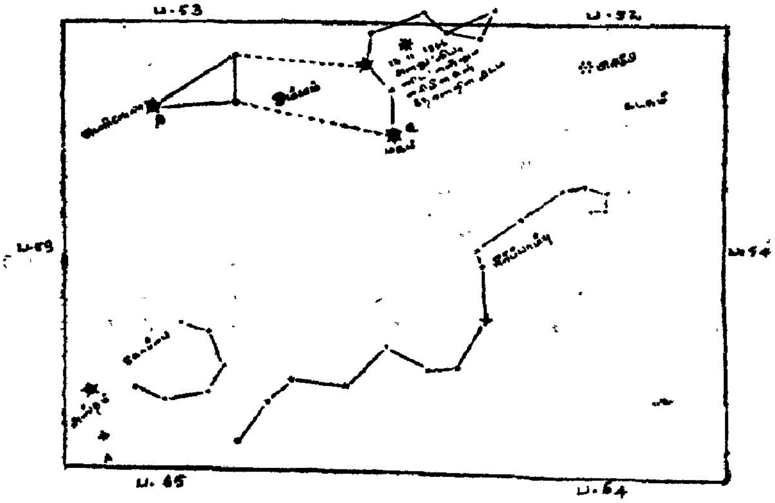
இக்கூட்டத்தின் மேல் அடுப்புப்போல மூன்று மங்கலான மீனகள் காணப்படுகின்றன. இவைதான் ஓரியானுடைய தலை. இதை நாம் மிருகசீரிடம் என்று அழைக்கின்றோம். ஓரியானின் கச்சைப் பட்டையாக அமைந்துள்ள 3 மீன்களில் நடு மையத்திலுள்ளதற்குச் சற்றுக் கீழ்ப்புறத்தில் ஒரு மீன் இருக்கிறது. அதைச் சுற்றி ஒரு வெண் புகை காணப்படுகிறது. இம்மீன் தூரதரிசினியில் தன்னுரு மாறி ஒரு பெரும் வாயுத்திரட்சியாகத் தோற்றமளிக்கிறது. பிரபஞ்சத் தோற்றத்திற்கெல்லாம் கருவாக அமைந்துள்ள மாபெருங் கனல் இது. நெபூலியம், நீர் வாயு இவற்றின் அணுக்கள் இந்த அக்கினியில் எரிந்து கொண்டே இருக்கின்றன. இப்பிரபஞ்சத் தீயைத்தான் புகைப் படம்-11 காட்டுகிறது.

புகைப் படம் 11
ஓரியான் கூட்டத்திலுள்ள நெபுலம்

மிருகசீரிடத்திற்கு வடமேற்கில் உரோகிணி இருக்கிறது. இதற்கு மேனாட்டில் ஆல்டிபரான் (Aldebaran) என்று பெயர்.

திருவாதிரையைப் போலவே இஃதும் சிவப்பாக இருக்கிறது. இது சூரியனைவிடப் பன்மடங்கு பெரியது. சூரிய ஒளியைவிட 45 மடங்கு அதிக ஒளி இதற்குண்டு. தூரம் 28 ஒளியாண்டுகள்.

திருவாதிரைக்குக் கிழக்கில் சிறுநாய்க்கூட்டம் உள்ளது. அதனுடைய யோகதாரை புரோசையான் (Procyon) என்ற மீன்.



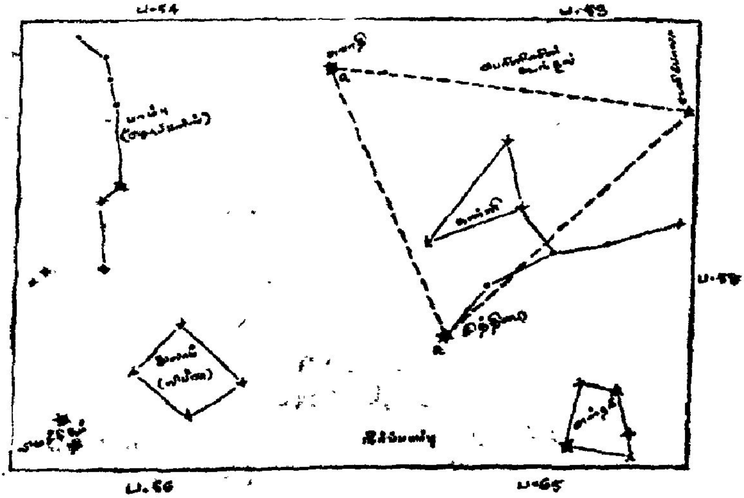
படம் 58
மகம்

## பகுதி 10—மகம்-(லியோ-Leo) படம் 58.

இப்பகுதியில் சிம்மம் (Leo), கிண்ணம் (Crater), கடகம் (Cancer), நீர்ப்பாம்பு (Hydra) ஆகிய கூட்டங்களைக் காணலாம். கடகத்தில் பூசம் ஆயில்யம் என்ற நாண்மீன்களும், சிம்மத்தில் மகம், பூரம், உத்திரம் ஆகிய நாண்மீன்களும் உள்ளன,

ஏப்ரல் மாதந் தொடங்கி வானத்தில் அரிவாளைப்போன்று ஒரு மீன்கூட்டம் தோன்றும்; அதன் கைப்பிடியின் கடைசியில் பளபளவென்று ஒரு மீன் விளங்குகிறது. அதுதான் மகம். அது சிம்மராசியில் உள்ளது; லியோ என்ற கூட்டத்தின் யோகதாரை. மகம், பூரம், உத்தரம் ஆகிய மீன்களைச்சேர்த்து நோக்கும்போது ஒரு பெரும் சிம்மம் தலைநிமிர்ந்து, கம்பீரமாக அமர்ந்திருப்பதைப் போல் தோன்றும். இக்கூட்டம சப்தரிஷிக் கூட்டத்திற்கு நேர் தெற்கில் உள்ளது. இந்த அரிவாளின் மையத்திலிருந்துதான் லியானிட்கள் என்ற எரிமீனகள் புறபபடுகின்றன. மகம சூரியனை விட 300 மடங்கு அதிக ஒளியையுடையது. தூரம் 99 ஒளியாண்டுகள். இதற்கு ஒரு தோழன் உண்டு. அது பொன்னிறமுடையது. அத்தோழனுக்கு மற்றொரு தோழன் உண்டு. எனவே நாம் காணும் மகம் என்னும் யோகதாரை உண்மையில் 3 மீன்கள் கொண்ட ஒரு சிறு கூட்டமாகும்.

**கடகம் :** இக்கூட்டத்தினருகில் ஒரு மங்கலான புள்ளி காணப்படுகின்றது. அது தூரதரிசினியில் 363 மீன்கள்கொண்ட ஒரு பெரும் கூட்டமாகப் பிரிந்து காணப்படுகின்றது. இப் புள்ளிக்கு (Praesepe), **பிரீசிபி** என்று பெயர்.



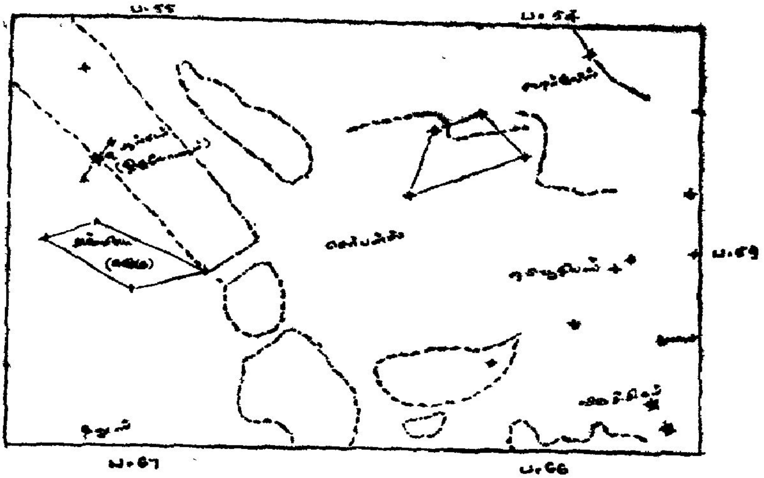
படம் 59
சுவாதி

### பகுதி 11. சுவாதி (Arcturus) படம் 59.

வானக் காட்சிகளை நோக்கி நோக்கி, அதனாற் பெறப்படும் தனியின்பத்தில் திளைப்போருக்கு சுவாதி தோன்றுந்தோறும் மட்டற்ற மகிழ்ச்சியை விளைவிக்கிறது. கோடையில் மாலைகளிலும், பனிக்காலத்தில் விடியற்காலையிலும் இப்பொன் வண்ணத் தாரை கீழ்வானத்தை அலங்கரிக்கிறது. இதன் குறுக்களவு 19,00,00,000 மைல் என்று பேராசிரியர் மைக்கேல்சன் கண்டுள்ளார். இது விநாடிக்கு 100 மைல் வீதம் ஓடிக்கொண்டே இருக்கிறது, பல கோடி மைல்களுக்கப்பால் இருத்தலால் இது இடம் பெயர்வதை நாம் எளிதில் அறிந்துகொள்ளமுடியாது.

இப்பகுதியில் உள்ள மற்றொரு மீன்கூட்டத்திற்குக் கன்னி (virgin) என்று பெயர். இதன் யோகதாரை சித்திரை. இது தூய வெண்முத்தைப்போல் காணப்படுகிறது. சித்திரையும் ஒரு இரட்டைமீன். இதற்கு ஆங்கிலததில் ஸ்பைகா (Spica) என்று பெயர். இந்த இரட்டைமீன்கள் ஒன்றுக்கொன்று 110,00,000 மைல் தூரத்தில் நின்று இரண்டு இளமங்கையர் கைகோத்துத் தும்பிச் சுற்றுவதுபோன்று ஒன்றையொன்று 4 நாட்களுக்கு ஒரு முறை சுற்றிக்கொள்ளுகின்றன.

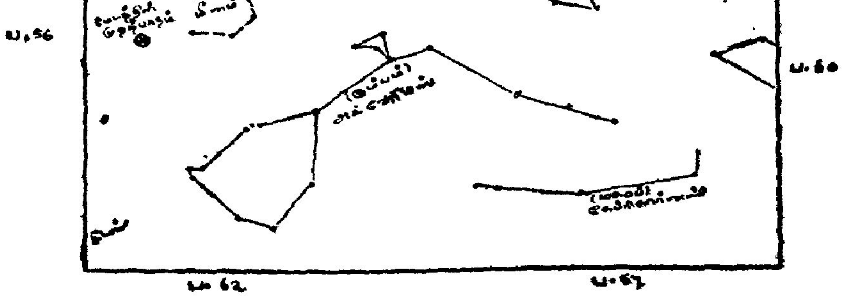
இப்பகுதியிலுள்ள மற்றொரு கூட்டம் அஸ்தம் என்பது. (corvus). இது விரிக்கப்பட்ட ஒரு கைபோலுள்ளது.



படம் 60
திருவோணம்

**பகுதி 12. திருவோணம் (Altair) படம் 60.**

இப்பகுதி முழுமையிலும் ஆகாயக்கங்கை நிரம்பி நிற்கிறது. இங்கு பல நாண்மீன் கூட்டங்கள் அடங்கியுள்ளன. அவற்றுள் முக்கியமானது திருவோணம். இதில் 3 மீன்கள் உள்ளன. நடுவில் உள்ளதற்கு ஆல்டேர் (Altair) என்றும் பெயர். இதைக் கழுகு என்றும் கூறுவதுண்டு. இது எப்போதும் வீகாவையே நாடிக்கொண்டு நிற்றலால் இதை எளிதில் கண்டுகொள்ளலாம்.



படம் 61
பெகேசஸ்

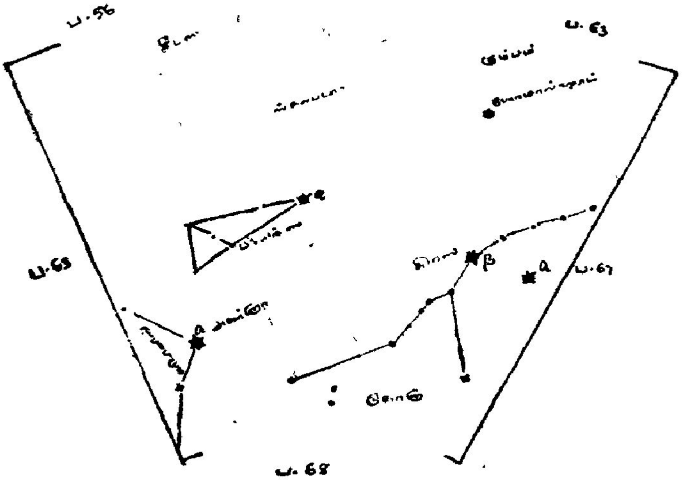
### பகுதி 13. பெகேசஸ் (Pegasus) படம் 61.

இப்பகுதியில் பூரட்டாதி, உத்திரட்டாதி ஆகிய இரு நாண் மீன்கள் உள்ளன. மற்றும் அவிட்டம், சதயம், ரேவதி, இவையும் உள்ளன. மீனம் என்ற கூட்டத்தினருகில் வசந்த சம்பதம் அமைந்துள்ளது.

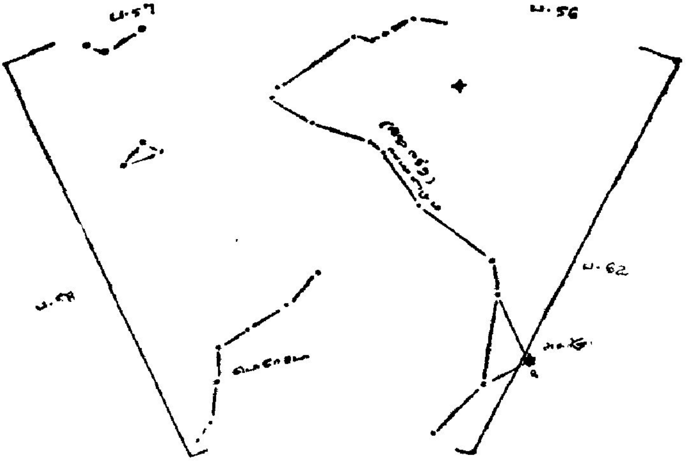
## தென் வட்டாரம்

### பகுதி 14. பார்மால்ஹாட், (Formalhaut) படம் 62.

இப்பகுதியில் பார்மால்ஹாட், அகெர்னர் (Acherner) ஆகிய மீன்களைக் காணலாம். இவை நல்ல ஒளியை யுடையவை.



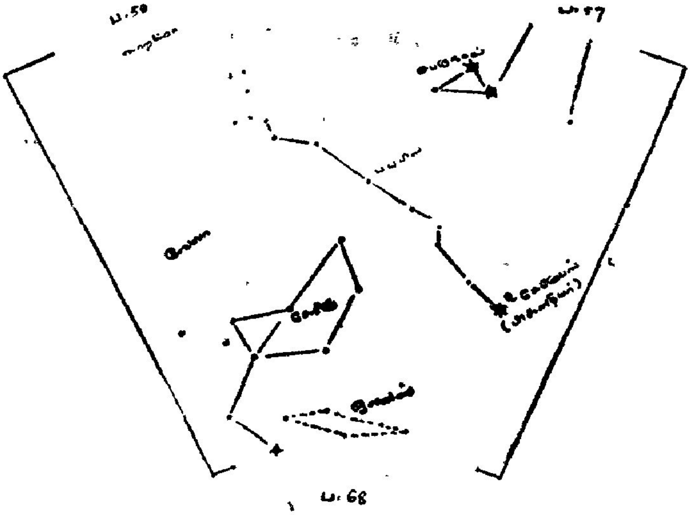
படம் 62
பகுதி 14. பார்மால்ஹாட்



படம் 63
எரிடேனஸ்

### பகுதி 15. எரிடேனஸ் (Eridanus) படம் 63.

இப்பகுதியில் தேவலோகத்தாறு என்று கூறப்படும் "எரிடேனஸ்" என்ற பெயருள்ள கூட்டம் உள்ளது. அது 300 மங்கலான மீன்களைக் கொண்டதாகும்.



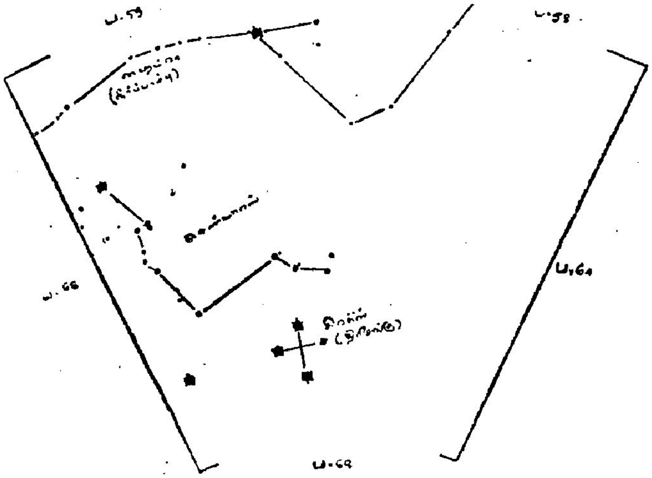
படம் 64
அகஸ்தியர்

### பகுதி 16. அகஸ்தியர் (Canopus) படம் 64.

இப்பகுதியில் காணப்படும் மீன்கள் யாவற்றிலும் ஒளியிலும், அழகிலும், சிறந்தது அகஸ்தியர் என்ற மீன்றான். ஒளிச்சிறப்பில் வானத்தில் சிரியஸுக்கு அடுத்துள்ளது இது. சிரியஸின் நேர் தெற்கில் நோக்கினால் அகஸ்தியர் காணப்படுகிறது. இதன் தூரமோ, அல்லது ஒளிக்கூறினது அளவையோ இன்னும் கண்டறியப்படவில்லை.

### பகுதி 17. திரிசங்கு (Southern Cross) படம் 65.

வடவானில் புகழ்பெற்றோங்கும் சப்தரிஷிக் கூட்டத்தைப் போல தென்வானில் விளங்குவது திரிசங்கு. தேவர்களால் புறக்கணிக்கப்பட்டு, விசுவாமித்திரரால் நடுவானில் தனக்கெனப் படைக்கப்பட்ட உலகில் தனித்துலவும் திரிசங்கு மன்னனைக் குறிக்கிறது இக்கூட்டம். இதற்கு மேனாடுகளின் "தென் சிலுவை" என்று பெயர். வடசிலுவை 7-ஆம் பகுதியிலுள்ள அன்னம் என்னும் மீன்கூட்டத்தின் பெயர் என்று முன்னமே அறிந்துள்ளோம். இப்பகுதியில் ஆகாயக் கங்கை மிகவும் செறிந்து விளங்குகின்றது.



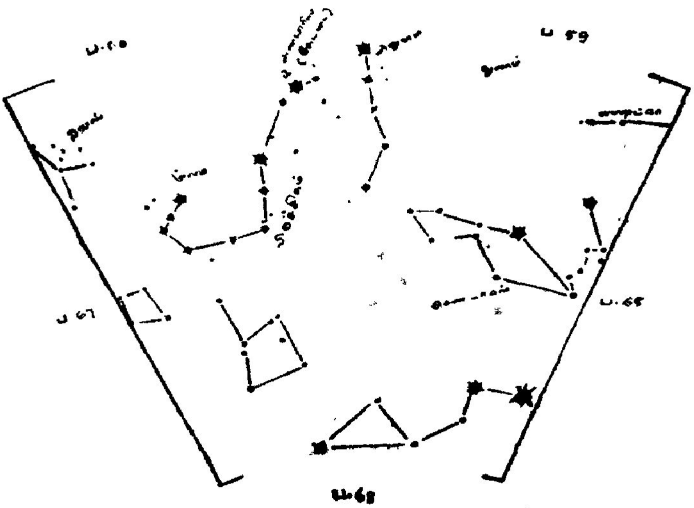
படம் 65
திரிசங்கு

திரிசங்குவினருகில் வான சாஸ்திரிகள் ஒரு பெரும் மீன் பொக்கிஷத்தைக் கண்டெடுத்திருக்கிறார்கள். கெம்பு, மரகதம், நீலம், கோமேதகம் ஆகிய மணிகளைப் போன்று ஒளிரும் ஒரு நூறு விண்மீன்களைக் கொண்டுள்ளது அப்பொக்கிஷம்! செக்கச் செவேரென்று செந்நீர்த் துளியைப் போன்றுள்ளன சில மீன்கள். பச்சைப் பசேரென்று மிளிர்கின்றன சில. பளபளவென்று நீலம், மஞ்சள் ஆகிய ஒளி வண்ணங்களை வாரிவாரி வீசுகின்றன மற்றும் சில. இம்மீன் கூட்டங்களிடையில் நம் பூமி தோற்றியிருக்குமாயின், நம் வாழ்க்கையில் எத்தனை வண்ணங்கள் பிணைந்து நிற்கும்! சிவப்புச் சூரியன்! பச்சை, நீலம், மஞ்சள் ஆகிய நிறங்களைக் கொண்ட விண்மீன்கள்! பல நூதனக் காட்சிகளை நாம் காண்போம்!

## பகுதி 18. விருச்சிகம் (தேள்)-Scorpii படம் 66.

வடவானில் காணப்பெறும் புனர்பூசத்தில் அடங்கியுள்ள இரு மீன்களைப் போல் சம ஒளியுடன் மிளிரும் இருமீன்கள் தென்வானிலும் உள்ளன. அவற்றின் பெயர் செண்டாரஸ் (Centaurus). வண்ணபேதங்களிலும், பேரழகிலும் அவை இணையற்று விளங்குகின்றன. இவ்விரண்டில் ஒன்று இரட்டைமீன். இந்த இரட்டை மீன்களுக்கிடையுற்ற தூரம் 200 கோடி மைல்! தொலை தூரத்திலுள்ளதால் இவை இரண்டும் ஒரு மீனாகத் தோற்றுகின்றன. வானமண்டலத்திலேயே நமக்கு அருகில் உள்ள மீன் செண்டாரஸ் கூட்டத்தின் யோகதாரையான ஆல்பா செண்டாரஸ் என்ற மீன் தான். அதன் தூரம் $4\frac{1}{2}$ ஒளியாண்டுகள்.

இப்பகுதியில் உள்ள மற்றொரு கூட்டத்திற்குத் "தேள்" அல்லது "விருச்சிகம்" என்று பெயர். இதனுடன் அனுஷம்,



படம் 66
விருச்சிகம்

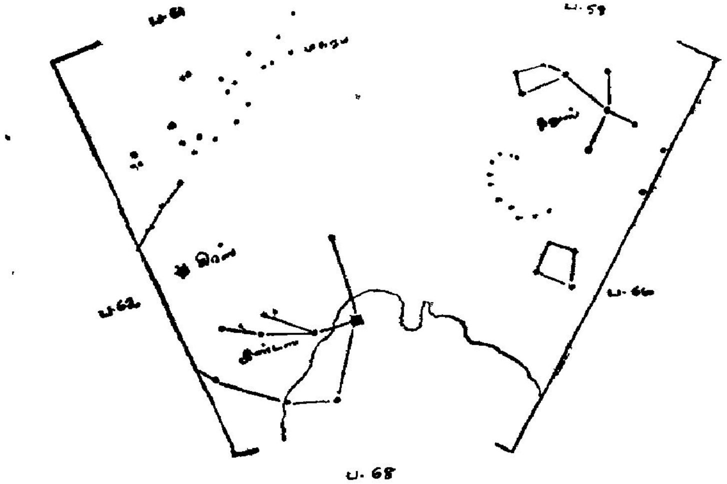
கேட்டை, மூலம் ஆகிய நாண்மீன்கள் அடங்கியுள்ளன. இவற்றில் கேட்டை என்பது இதுவரையில் மனிதனால் வானத்தில் அளந்தறியப்பட்ட மீன்கள் யாவற்றிலும் மிகப் பெரியதாகும். இதை மேனாட்டார் அண்டாரிஸ் (Antares) என்று அழைக்கிறார்கள். இதன் தூரம் 380 ஒளியாண்டுகள்.

இது அழகிலும், செந்நிறத்திலும், செவ்வாயை ஒத்திருக்கிறது. கிரேக்கர்கள் இதற்குக் கோயிலமைத்து வழிபட்டனர். இதனுடைய குறுக்களவு 40,00,00,000 மைல்! நம்முடைய சூரியனைவிட இது 2,50,00,000 மடங்கு பெரியது. இது திடப் பொருளால் ஆனதல்ல; திருவாதிரையைப் போல் மிக நுண்ணிய வாயுவின் திரட்சியால் ஆனதாகும். இதனுடைய திண்மை நம் வாயு மண்டலத்தின் திண்மையில் 5000-த்தில் ஒரு பங்காகும். இஃதும் புதிதாகப் பிறந்த ஒரு மீன்றான். இன்னும இது திண்மை செறிவுற்று, அளவற்ற வெப்பத்தையும் நீல ஒளியையும் வீசி, பிறகு மஞ்சளாக மாறி, இறுதியில் மீண்டும் செவ்வொளி வீசும் குறளாக மாறவேண்டும்.

இராசி வட்டத்தின் மேல் அமைந்திருத்தலால் இம்மீன் சில சந்தர்ப்பங்களில் சந்திரனால் மறைபடுவதுண்டு. அத்தகைய ஒரு சந்தர்ப்பத்தில் இதைப் பற்றிய ஒரு உண்மை வெளியாயிற்று. இந்த மீனுக்கும் ஒரு தோழன் உண்டென்பதுதான் அவ்வுண்மை 1819-ஆம் ஆண்டில் கேட்டை சிறிது நேரம் சந்திரனால் மறைக்கப்

பட்டது. சந்திரனின் பின்புறத்தினின்றும் கேட்டை வருவதற்கு முன்னரே ஒரு பச்சைநிற மீன் வெளிவந்தது. உடனே கேட்டை வெளிவந்து தன் பேரொளியினால் அபபச்சை மீனை மறைத்து விட்டது. இத்தோழன் மிகச் சிறியதொரு மீன். எவ்வளவு பெரிய மீனுக்கு எவ்வளவு சிறிய தோழன்! சிவப்பும் பச்சையும்; என்ன வண்ண பேதங்கள்!

தென் வானத்தில் தேள் கூட்டமானது தன் கொடுக்கைத் தூக்கிக்கொண்டு கீழிருந்து மேலேறி, வானத்தில் தாவி, மேல் வானில் கொடுக்கு மேலாகவும் தலைகீழாகவும் மறைவதைக் காணும்போது, உண்மையிலேயே ஒரு தேளைக் கண்டவர்கள் போன்று அச்சமடைகின்றோம்!




படம் 67

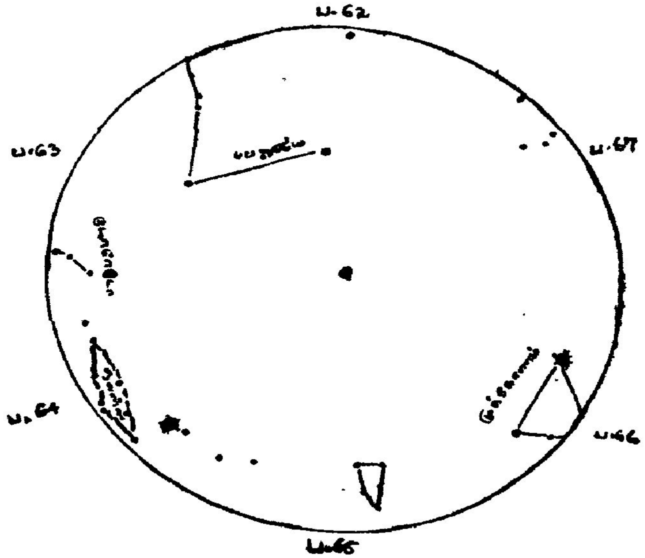
தனுஸ்

## பகுதி 19—தனுஸ்-வில் (Sagittarius) படம் 67.

பூராடம், உத்திராடம் ஆகிய காண்மீன்கள் "வில்" என்று அழைக்கப்படும் கூட்டத்தில் உள்ளன. இக்கூட்டத்தை நோக்கும்போது முற்கால மக்களின் கற்பனைத் திறத்தைக் கண்டு வியக்கின்றோம். இதற்கு "வில்" என்னும் பெயர் சாலச் சிறந்ததாகும். ஒரு போர்வீரன் வில்லை வளைத்து, நாணேற்றி, அம்பை எய்துகொண்டு முன்னேறுவது போன்ற ஒரு அற்புதக் காட்சியைக் கண்ணுற்றுக் களிப்படைகின்றோம். இக்கூட்டத்தினருகில் ஆகாயக் கங்கை மிகவும் செறிந்திருக்கின்றது.

## பகுதி 20. தென்துருவ வட்டாரம் (படம் 68.)

இப்பகுதியில் நோக்குதற்குரிய தாரைகள் ஒன்றுமில்லை. எனினும் வான ஆராய்ச்சிக்கு இது முக்கியமானதொரு வட்டாரமாக அமைந்துள்ளது. இப்பகுதியில் "மெஜிலானிக் மேகங்கள்" (Magellanic Clouds) என்ற இரு சிறு புகைத்திரள்கள் உள்ளன. ஒன்று முழுமதியைவிட 200 மடங்கு அகன்றுள்ளது. மற்றொன்று




படம் 68

தென்துருவ வட்டாரம்

அதைவிடச் சிறியதாகும். பெரிய திரளின் குறுக்களவு 15,000 ஒளியாண்டுகள் என்றும் அதன் தூரம் 1,10,000 ஒளியாண்டுகள் என்றும் டாக்டர் ஷேப்ளி கூறுகின்றார். அது நம்மீன் மண்டலத்தைச் சேர்ந்ததல்ல. அது ஒரு தனி மண்டலமாகும். தூரதரிசினியின் மூலம் நோக்கும்போது அங்கே ஆயிரக் கணக்கான நெபுலங்களும், மீன் திரள்களும், தனித்து நிற்கும் மீன்களும், காணப்படுகின்றன. நம் சூரியனைவிட 10,000 மடங்கு அதிக ஒளியையுடைய மீன்கள் பல்லாயிரம் மெஜிலானிக் மேகங்களில் உள்ளன என்று டாக்டர் ஷேப்ளி கருதுகின்றார்.

# அத்தியாயம் 18

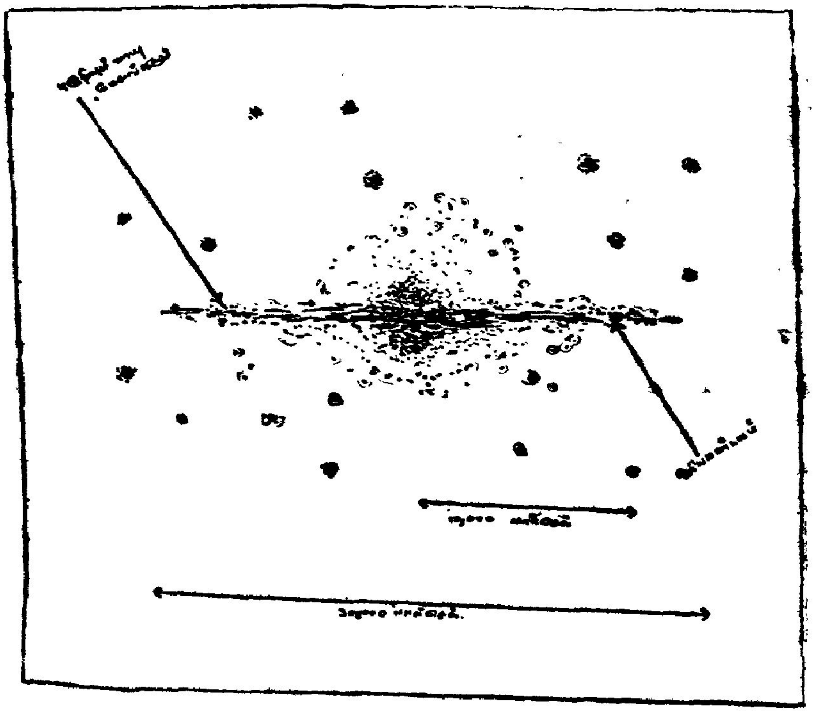
# ஆகாயக் கங்கை

உலகின் மேல் வாழ்கின்ற மக்கள் தனித்தனியாக வாழ்வதில்லை. கிராமங்களிலோ, அன்றி, நகரங்களிலோ குழுமி வசிக்கிறார்கள். ஒரு பெரிய நகரத்தில் ஒரு சமூகத்தின் ஒழுங்கு திட்டங்கட்குக் கட்டுப்பட்டு, ஒரு மனிதன் வாழ்ந்தாலும், தான் தனித்தோ, தன் குடும்பத்துடனோ, அன்றி உற்றார் உறவினருடனோ அந்நகரத்தில், எங்கு வேண்டுமானாலும், நினைத்தபோது சுற்றிவரலாம். விண்ணகத்தில் விளங்குகின்ற மீன்களும் இவ்வண்ணமே பெரிய பெரிய நகரங்களையமைத்துக் கொண்டு, அங்குதான் வாழ்ந்து வருகின்றன. இத்தகைய மீன் நகரங்கள் கோடிக்கணக்கில் வான வெளி முழுவதும் சிதறிக் கிடக்கின்றன. அவற்றிற்கு "மீன் மண்டலங்கள்" (Galaxy) என்று பெயர். அம்மண்டலங்களில் ஒன்றுக்கு ஆகாயக்கங்கை என்று பெயர். இந்த மீன் நகரத்திற்றான் நம் சூரியன் தன் கோள் குடும்பத்துடன வாழ்ந்து வருகிறான்.

வெற்றுக்கண்ணில் நாம் வானத்தை நோக்கும்போது நம் மீன் மண்டலத்தையே காண்கின்றோம். இதர மண்டலங்களைக் காணவியலுவதில்லை. அவற்றைத் தூரதரிசினியின் மூலமாகத்தான் காணக்கூடும். நள்ளிரவில் வீட்டின் மேல்மாடியிலேறிப் பார்க்கும் போது, வெகு தொலைவில், அடி வானத்தில் பரவலான ஒளியைக் காண்போமாயின் அங்கு ஒரு நகரம் உள்ளதென்றும், அங்கு எரிந்து கொண்டிருக்கும் விளக்குகளின் ஒளிதான் நாம் காணும் ஒளிப்படலம் என்றும் நாம் ஊகித்துக் கொள்ளலாம் அல்லவா? அதைப் போலவே இருண்ட வான வெளியில் நம் மண்டலத்திலுள்ள விண்மீன்களுக்கப்பால், பல ஜோதிப் படலங்கள் தூரதரிசினியில் காணப்படுகின்றன. அவை யாவும் தனித்தனி மீன் மண்டலங்களேயாம்.

நாம் வாழும் மண்டலமாகிய ஆகாயக் கங்கை ஒரு வட்டவடிவமான "பன் ரொட்டி" போல் அமைந்திருக்கிறது. (படம் 69) அதன் மையம் அல்லது கேந்திரம் தனுஸ்மீன் கூட்டத்தில் அமைந்திருக்கிறது. அதனுடைய குறுக்களவு 1,20,000 ஒளியாண்டுகள்; தடிப்பு 20,000 ஒளியாண்டுகள். இதனுடைய கேந்திரத்திலிருந்து 20,000 ஒளியாணடுத் தூரத்தில் நம் சூரிய மண்டலம் அமைந்திருக்கின்றது. சூரியன் ஒரு நிலையில் நிற்காமல் மீன் மண்டலத்தின் கேந்திரத்தைச் சுற்றிச் சுற்றி வந்துகொண்டிருக்கிறது. ஒரு முறை சுற்றி வர 22,50,00,000 ஆண்டுகள் செல்லுகின்றன. கடிகாரத்தின் மணியைக் காட்டும் முள் 12 மணி நேரத்திற்கொரு முறை சுழல்கிறதல்லவா? இந்தக்கால அளவுக்கும், சூரியனுடைய சுற்றுப் பிரயாணத்தின் கால அளவுக்கும் ஒப்பு நோக்குவோம். கடிகாரத்தின் விநாடிமுள் ஒரு விநாடியைக் குறிக்க ஒரு முறை குதிப்பதற்

குள், மீன் மண்டலத்தில் 5000 ஆண்டுகள் கழிந்துவிட்டிருக்கும். பல நாகரீகங்கள் தோன்றி அழிந்து விட்டிருக்கும். பூமியின்மேல் உயிர் வண்மை தோன்றிய பிறகு, குறைந்தது, நான்கு முறையா



படம் 69

**ஆகாயக் கங்கை (நம் மீன் மண்டலம்)**

வது சூரியன் தன் சுற்றுப்பிரயாணத்தைச் செய்திருக்கும் என்று எண்ணுவதற்கிடமுள்ளது. இவ்வாறு அது தன் கோள்களுடன் சுற்றி வருமபோது. சில "பிரபஞ்சமுகில்கள்" (Cosmic Clouds) மூலம் நுழைந்து செல்லுகிறது. அவ்வமயம் அம்முகில்களினால் சூரிய ஒளி மறைப்பட்டுப பூமியின் மேல், இருளும் குளிரும் கதித்தோங்க, ஒரு பெரும் பனி யுறை கவிந்து கொள்ளுகின்றது. பனிப்போர்வையில் பூமி முழுவதும் ஆழ்ந்து போம் இந்நிகழ்ச்சிக்குத்தான் "பிரளயம்" (Glacial Period) என்று பெயர். இதுவரை பூமியின் மேல் நேரிட்டுள்ள பிரளயங்கட்கெல்லாம் மேலே காட்டப் பட்டுள்ள காரணம் பொருந்துமோ என்னவோ, இன்னும் திட்டமாக அறிந்தோமில்லை.

மீன் மண்டலத்தில் கலந்துள்ள மேகங்கள் மிக மிக நுண்மையானவை. அவற்றன் சுண்ணம், சோடியம், நீர் வாயு இவற்றின் தனித்தனி அணுக்களும், அவற்றின் சேர்க்கையால் பிறந்த போ

ணுத் திரள்களும் மலிந்து கிடக்கின்றன. இஃதன்றிச் சிறுசிறு மீன கூட்டங்களும் நம் மண்டலத்தில் உள்ளன. கிருத்திகையும், சப்த ரிஷிகளும இவ்வினத்தை சேர்ந்தவையாம். இவை பார்வைக்குக் கொத்து விளக்குகள் (Globe Lights) போனறிருக்கின்றன. ஒரு கொததைச் சேர்ந்து மீன்கள் ஒன்று சேர்ந்து நகர்கின்றன. மற்றும் சில மீன் கூட்டங்கள் கோள வடிவில் உள்ளன. நம் மண்டலததின் விளிம்பில் இத்தகைய கோளங்கள் சிதறிக் கிடக்கின்றன. புகைப்படம் 10-ல் காணப்படும் M. 13 என்ற திரளும் இத்தகைய கோளங்களுள ஒனறுதான். ஒரு நூறு கோளங்கள் வரையில் இதுவரை கணக்கிடப்பட்டுள்ளன. அவை ஏன் கோள வடிவில் சிதறுண்டு கிடக்கின்றன என்ற கேள்விகளுக்குத் தகுந்த விடை இன்னும் ஆராய்ச்சியால் அளிக்கப்படவில்லை.

ஆகாயக்கங்கையிலுள்ள மீன்களின் தொகை 10,000 கோடி. இது ஒரு தோராயமான கணிபபுதான். இவை யாவும் சுற்றிச்சுற்றி யோடிக் கொண்டிருந்தால் ஒன்றோடொனறு மோதிக்கொள்ளாவோ என்ற ஐயம் நிகழக்கூடும். அத்தகைய விபத்துக்கிடமே இல்லை. ஏனெனில் ஒரு மீனுக்கும மற்றொன்றுக்கும் இடையிட்டதூரம் மகத்தானது! சூரியனை [●] இந்தப் புள்ளியின் அளவு கொள்ளுவோமாயின், அடுதத மீன இதே யளவுடன் 50 மைலுக்கப்பால் இருக்கும. இவ்விரு புள்ளிகளும் எவ்வாறு, எவ்விடத்தில், எந்தச் சமயததில் சந்திக்கக் கூடும்? நம் சூரியனுக்கு அடுத்துள்ள மீன் பிராக்சிமா செண்டாரி (Proxima Centauri) என்பது. அதன் தூரம் $4\frac{1}{3}$ ஒளியாண்டுகள். ஒரு விமானம் இரவும் பகலும் இடைவிடாது மணிக்கு 600 மைல் வேகத்தில் பறந்து சென்றால் அது பிராக்சிமா செண்டாரியையடைய 50லட்சம் ஆண்டுகள் செல்லும். மற்ற மீன்கள் அனைத்தும் இதற்கப்பால்தான் உள்ளன. கருத்திற் கெட்டாத வானத்தின் விரிவைச் சிந்தியுங்கள்.

வானத்தில் நமக்கருகில் உள்ள மற்றொரு மீன் மண்டலம் ஆண்டிரோமீடா நெபுலம் என்பது. (புகைப்படம் 8-ஐப் பார்க்க) இது 10,00,000 ஒளியாண்டுகட்கப்பால் உள்ளது. பல்லாயிரங் கோடி ஒளியாண்டுகட்கப்பாலுள்ள மீன் மண்டலங்களும் தூர தரிசினியில் காணப்படுகின்றன. புகைப் படங்களிலும் பதிவாகின்றன. ஒரு மீன்மண்டலத்திலுள்ள மீன்கள்யாவும் அதனுடைய கேந்திரத்தைச் சுற்றிசுற்றி வந்து கொண்டிருககின்றன அல்லவா? அஃதல்லாமல் அந்த மண்டலமே கடும் வேகத்தில் சுழன்று கொண்டிருக்கிறது. ஒருவேளை அது வேறொரு கேந்திரத்தைச் சுற்றுகிறதோ எனனவோ! எனவே நாம் பிரபஞ்சத்தில் கிழக்கணட இயக்கங்களில் சிக்குண்டு கிடக்கினறோம.

1. பூமியின் சுழற்சி.
2. பூமி சூரியனைச் சுற்றுதல்.

3. சூரிய மண்டலம் மீன் மண்டலத்தின் கேந்திரத்தைச் சுற்றுதல்.

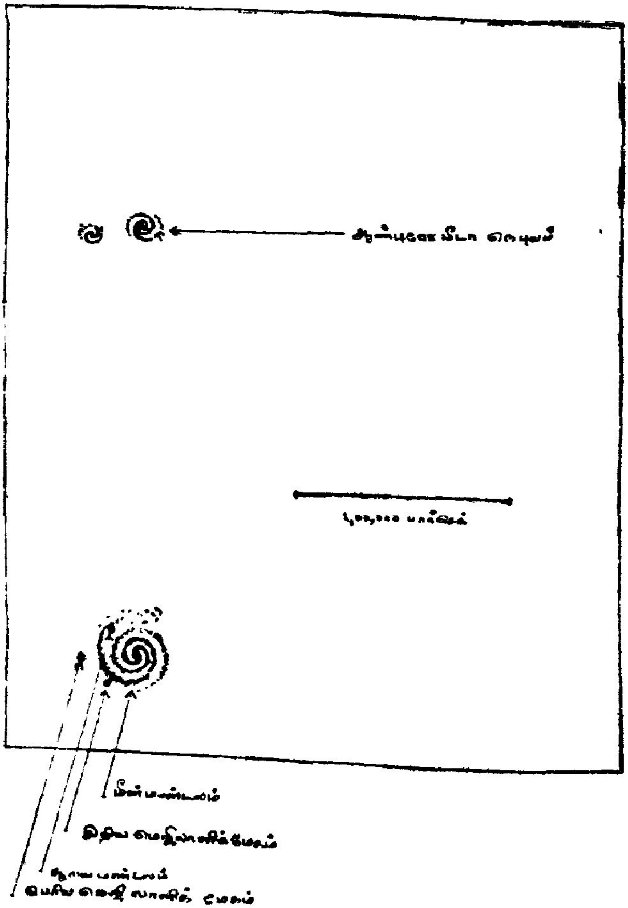
4. மீன் மண்டலத்தின் சுழற்சி.

5. மீன் மண்டலம் பிரபஞ்ச வெளியில் ஓடுதல்.

இரவுகளில் வானத்திற்கு வனப்பையூட்டுவது ஆகாயக் கங்கைதான். மங்கலான ஒரு வெள்ளொளி விரிந்து வானத்தை வளைய மிடுகின்றது. இவ்வட்டம் இராந்தி வட்டத்திற்கு 61° சாய்ந்து இருக்கிறது. இக் காரணத்தாற்றான் ஆகாயக்கங்கை உச்சி வானைத் தொடுவதைக் காண்கின்றோம்.

பண்டைய வான சாஸ்திரிகளால் ஆகாயக்கங்கை என்பது என்ன என்று அறிந்து கொள்ள முடியவில்லை. தூரதரிசினி கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பின்புதான் அதனுடைய உண்மையான தோற்றமும் அமைப்பும் கண்டறியப்பட்டன.

இக் காலத்தில் மீன் மண்டலங்களைப் பற்றிய ஆராய்ச்சிகள் உன்னத நிலையை யெய்தியுள்ளன. அவற்றுள் மீன் கூட்டங்கள் மட்டுமின்றி, பிரபஞ்சப் புழுதியும் (Cosmic Dust) கனல் வாயுத் திரடசிகளும் (Nebulae) செறிந்து இடக்கின்றன. பொதுவாக வாயுத் திரட்சிகள் பேரொளி வீசுபவையே. எனினும் சில இருண்டுள்ளன. அவற்றுள் சில, தமக்கணித்தாயுள்ள, மீன்களி னொளியால் சுடர்பெறுகின்றன. இருண்ட வாயுத் திரட்சிகளில் மறைபட்டு கம்கட்




படம் 70
மீன் மண்டலங்கள்

புலனுக்கும் துணைக்கருவிகட்கும் எட்டாமல் நிற்கும் மீன்களின் தொகை எண்ணிறந்தது. ஒரு மீன் மண்டலத்துக்குக் குறுக்கள வைக் கற்பிதமேதாமே ஒழிய அதற்கு உண்மையில் எல்லை என்ப தில்லை. ஒரு நகர எல்லைக்குள் மக்கள் நெருங்கி வாழ்கின்றார்கள். எல்லையைத் தாண்டிய பிறகு மக்கள் கூட்டத்தின் நெருக்கம் மெலிந்துகொண்டே போகிறது. அதைப் போலவே மீன் மண்ட லத்தின் மையத்தில் மீன் திரள்கள் அடர்ந்தும், விளிம்புகளிலும், அதற்கப்பாலும், மெலிந்தும் காணப்படுகின்றன.

---

# அத்தியாயம் 19

# விண் மீன்களின் இயல்புகள்

நம் மண்டலத்திலுள்ள மீன்களைப்பற்றி இப்போது சிறிது விரிவாக அறிந்து கொள்ளுவோம். வானத்தை நிரப்பி நிற்கும் மீன்களைப்பற்றிய சகல உண்மைகளையும் நமக்குக்கொண்டுவந்து அறிவிப்பது அவற்றின் ஒளிக்கதிர்கள் தாம். அவை தூர தரிசினி யின் மூலமும், ஸ்பெக்ட்ராஸ்கோப்பின் மூலமும் நுழைந்து வந்து, அம் மீன்களின் சேய்மை, உருவம், பரிமாணம், திண்மை, வெப்பம், இயக்கம், பெயர்ச்சி, ஆயுள், பொது அமைப்பு ஆகிய பண்புகள் யாவற்றையும் விவரிக்கின்றன. அவை விவரிக்கும் வரலாறுகள் யாவை என்பதை நோக்குவோம்.

## சேய்மை

மீன்களின் சேய்மையைப்பற்றி ஆங்காங்கு முன்னத்தியாயங் களில் அறிந்தோம். நமக்கு அணித்தாயுள்ள மீன் சூரியன; அதற் கடுத்துள்ளது பிராக்சிமா செண்டாரி. ஏனைய மீன்கள் யாவும் அதறகப்பால் உள்ளவையே. மீன்கள் ஒன்றுக்கும் மற்றொன் றுக்குமிடையிட்ட தூரம் பெரும்பாலும் மாறுவதில்லை. பல்லா யிரம் ஆண்டுகட்கு முன்னர் மக்கள் மீன் கூட்டங்களை எந்த உருவத்தில் கண்டார்களோ அதே உருவத்திற்றான் நாமும் இபபோது அவற்றைக் காண்கின்றோம் ஆனால் அதற்கு ஒரு விலக்கு உண்டு. இதைப்பற்றி இயக்கம் என்ற தலைப்பின் கீழ் அறிந்து கொள்ளுவோம்.

விண் மீன்களின் தொகையை "எறிகடல் எழின் மணல் அளவாக" என்று கணக்கிட்டார் திருமூலர். (மந்திரம் 2258.) வான சாஸ்திரி ஜீன்ஸ் அவர்களும் "உலகம் முழுவதிலும் உள்ள கடற்கரைகளில் குவிந்துள்ள மணலை எண்ணினால், விண் மீன் களின் தொகையை அறிந்து கொள்ளலாம்" என்கின்றார். நம்மீன் மண்டலத்தைத் தவிர்த்துக் கோடானுகோடி மீன் மண்டலங்கள்

காணுமிடமெங்கணும் சிதறிக் கிடக்கின்றன என்று அறிந்துள்ளோம். ஒவ்வொரு மண்டலத்திலும் கோடானுகோடி மீனகள் அடங்கியுள்ளன. ஏழுகடல் மணலை நினைக்கும்போது பிரபஞ்சத்தின் உண்மையான விரிவையும், அதனுள்ளடங்கியுள்ள மீன்களின் உருவங்களையும் நாம நன்கு உணர்ந்து கொள்ளுவதில்லை. ஆனால், ஏழுகடல் மணலையும் ஒவ்வொன்றாகப் பிரித்து, அவ்வொன்றையும் 40 கோடி மைல் குறுக்களவுள்ள கோளமாகக் கருதுங்கள். அது நம் பூமி உருண்டையைப் போல் 40 லட்சம் மடங்கு பெரியதாகவும், 4 லட்சம் மடங்கு கனமுள்ளதாகவும் இருக்கும். ஒன்றுக்கும் மற்றொன்றுக்கும் இடையில் உள்ள தூரம சராசரி ஒரு நூறு லட்சம் கோடி மைல்கள் எனக்கொண்டு, அவை யாவும் மிதந்து கொண்டிருக்கும் வெளியின விரிவை மனக் கண்களினால் நோக்குங்கள். பதினான்கு கோடி ஒளியாண்டு கட்கப்பாலுள்ள அண்டங்களை உங்கள் கருத்திலடக்கிப பாருங்கள்.

வான அண்டங்களின் இடையிட்ட தூரத்தை ஒருசிறு உதாரணத்தால் அறியலாம். ஒரு இருட்டறையில் ஊடுருவிச் செல்லும் ஒரு சிறிய சூரிய ஒளிக் கற்றையில் மிதந்து அங்குமிங்கும் அலைந்துகொண்டிருக்கும புழுதி யணுக்களைப் பார்த்திருபபீர்கள். நம் சூரியனை அவ்வணுக்களில் ஒன்றாகக் கருதுவோமாயின், அடுத்துள்ள மீன் 675 அடி தூரததில் இருக்கும்; நம் மீன் மண்டலத்தின் விரிவு 7000 மைல் இருக்கும்; அடுத்துள்ள மீன் மண்டலம் 30,000மைல் தூரத்திலிருக்கும். மௌண்ட் வில்சன் 100-அங்குலக் கருவியில் காணபபடும் மீன மண்டலங்கள் 40,00,000 மைல் தூரத்தில் காணப்படும்! அதற்கப்பாலும் கோடானுகோடி மீன் மண்டலங்கள் உள்ளன. சூரியனை அணுவளவாகக் கொள்ளும்போது, அதே யளவில் பிரபஞ்சம், நாமறிந்துள்ள வரையில், 40 லட்சம் மைல் நீளமும், 40 லட்சம் மைல் அகலமும், 40 லட்சம் மைல் உயரமும் கொண்டிருக்கும். இப்போது சூரியனைச் சும உருவுடன் கண்டு அது அடங்கியுள்ள பிரபஞ்சத்தின் விரிவை மனக்கண்களால் நோக்குங்கள்.

## ஒளிக்கூறு (Magnitude)

மீன்கள் யாவும் ஒரே அளவான ஒளியை வீசுவதில்லை. ஒன்று மிகவும் பிரகாசமாக இருக்கிறது. மற்றொன்று சிறிது மங்கலாக இருக்கின்றது. இன்னுமொன்று மிகமிக நுண்மையாகத் தோன்றுகின்றது. பல வெற்றுக் கணகக்குப் புலனாவதில்லை. காரணமென்ன? 6 மைல் தூரத்திலுள்ள ஒரு மெழுகுவர்த்தி விளக்கை வெற்றுக் கண்களால் பார்க்கலாம். அதற்கபபால் சிறிது தூரம் அதை நகர்த்தி வைத்தாலோ, அன்றி அதனுடைய ஒளியைச் சிறிது குறைத்தாலோ அது மறைந்து விடுகின்றது. இதற்குப் "பார்வை வாயில்" (Threshold of Vision)என்று பெயர். இதுதான் ஒளியின் குறைந்த அளவு அல்லது "யூனிட்" (Unit) ஆகும்.இந்த

முறையைக் கொண்டு வெற்றுக் கண்களுக்குப் புலப்படக் கூடிய மிகவும நுண்ணிய மீனின் ஒளியை ஒருயூனிட் என்று கொள்ளுகின்றோம். இந்த விகிதத்தில் வானத்திலேயே மிகவும் பிரகாசமான சிரியஸ 1080யூனிட் ஒளியைக்கொண்டுள்ளது. அகஸ்தியர் (Canopus) 550 யூனிட் ஒளியைக் கொண்டது. வானமண்டலம் முழுவதிலும் 100யூனிட்டுக்கு மேல் ஒளியைக்கொண்ட மீன்கள் ஏறக்குறைய இருபதுதான உள்ளன. அவை வீகா (220 யூனிட்), கேபல்லா (205 யூனிட்), சுவாதி (200யூனிட்), ஆல்பா செண்டாரி (180யூனிட்), புரோசையான (180யூனிட்) முதலியன. விசும்பில் உள்ளமீன்களின் ஒளியனைத்தையும் ஒன்று சேர்த்தாலும், 1,00,000 யூனிட்டுத்தான் ஆகிறது. இது சூரிய ஒளியில் 10 கோடியில் ஒரு பங்குதான். 100 அடிக் கப்பாலுள்ள ஒரு மெழுகுவர்த்தியின் ஒளிக்கு இது சமமாகும். சூரிய ஒளியின் அளவு 12 லட்சம் கோடி யூனிட்டு. இந்நெருப்புக் கோளத்தை இப்போதுள்ள இடத்திலிருந்து இதைவிட 10 லட்சம் மடங்கு அதிக தூரத்துக்கு நகர்த்திவிட்டால், அதற்கு 12 யூனிட் ஒளிதான் நிற்கும. அப்போது ஒரு சிறுமீன் போல் தோன்றும. வானததில் விளங்கும் பல சிறு மீன்கள் சூரியனுடைய தூரத்தைவிட கோடி மடங்கு அதிக தூரத்திலுள்ளன என்றறிவோம். ஆகையால் அவை சூரிய ஒளியிலும் பன்மடங்கு அதிக ஒளியையுடையன என்பது தெளிவாகின்றது. பொதுவாகக் கூறுமிடத்துப் பிரகாசமாக விளங்கும் மீன்கள் யாவும் சூரியனைவிடப் பிரகாசமானவையேயாம். ஒரு மீனின் ஒளி அதனுடைய தூரத்தையும், இயற்கை அமைப்பையும் பொருத்துள்ளது. இயற்கையமைபபை இரு கூறுகளாகப் பிரிக்கலாம். 1. மீனினது பரிமாணம், 2 அதனுடைய சுய வெப்பம. மிகவும் பெரிய மீன்கள் அதிக ஒளியைக் கொடுக்கின்றன. பரிமாணத்துக்குத் தக்கவாறு ஒளி மிகுந்தும், தணிந்தும் காணப்படுகின்றது. அதைப் போலவே அதிக வெப்பமுள்ள மீன்கள் அதிக ஒளியைக் கொடுக்கின்றன. இவ்வுண்மைகளையெல்லாம் நமக்குத் தெளிய வைப்பது ஸ்பெக்ட்ராஸ்கோப்தான்.

ஒரு மீனினுடைய நிறத்துக்குத் தக்கவாறு அதனுடைய உஷ்ணமும மாறுபடுகிறது. ஒவ்வொரு உஷ்ண நிலைக்கும் ஒரு நிறம உண்டு சூரியனுடைய மேல் பரப்பின வெப்பம் 6000°; அதன் ஒளியின் நிறம் மஞ்சள். திருவாதிரையின் நிறம் சிவப்பு; அதனுடைய வெபபம் 3,100°. நீல நிறத்தினை யுடைய மீனின் உஷ்ணம் 12,000°. பௌதிக விதிகளின்படி, 12,000° சூட்டைக் கொடுக்கும் ஒளியில் 16-ல் ஒரு பங்குதான் 6,000° உஷ்ணத்தைக் கொடுக்கும் மீனினிடமிருந்து பெறுகிறோம். வெப்பத்தை யளிக்கும் ஒரு பொருளின் மேல் பரப்பின் ஒவ்வொரு சதுர செண்டிமீட்டர் அளவு இடத்திலிருந்து எவ்வளவு சூடு வெளியாகிறதென்பதைக் கணக்கிட்டறியக்கூடும். ஒரு இரும்புத் துண்டை உலையிலிட்டுக் காய்ச்சினால் அதில் மெல்ல மெல்ல சூடேறத் தொடங்குகிறது. 100° காய்ச்சலில் எவ்வளவு சூடு உண்டாகிறதோ, அதைவிட

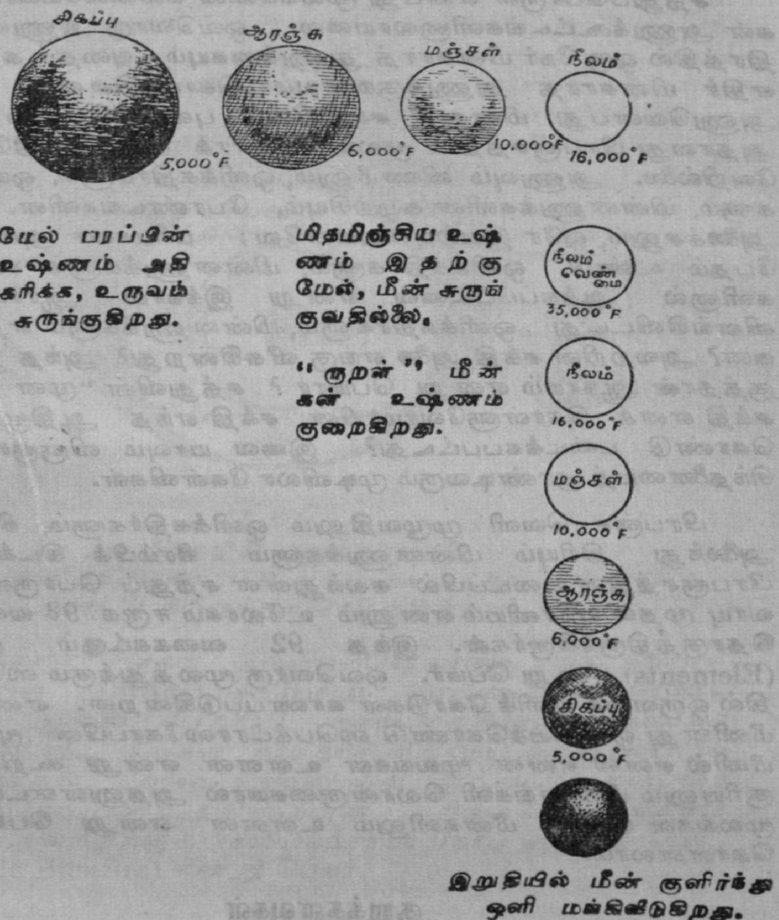
18 மடங்கு அதிக வெப்பம் 500° காய்ச்சலில் உண்டாகின்றது. ஓரளவுக்கு மேல் சூடேறினவுடன் இரும்பு செந்நிற மடைகின்றது. காய்ச்சல் ஏற ஏற செந்நிறம் வெண்ணிறமாகிறது. இறுதியில் கண்களைப் பறிக்கும் வெள்ளிய நீல நிறம் தோன்றுகின்றது. இரும்பின் பரிமாணத்துக்கும், அது எய்தும் வெப்ப நிலைக்கும். அது அளிக்கும் ஒளிக்கும ஒரு விகிதாசாரத் தொடர்பு உண்டு. இதைப்பற்றிய பல பௌதிக விதிகள் நிறுவப்பட்டுள்ளன. இவற்றைக் கொண்டு ஒரு பொருளின் ஒளி, அல்லது வெப்பம் இவ்விரண்டில் ஒன்றை அறிவோமாயின மற்றொன்றைக் கணக்கிட்டுக் கொள்ளலாம்.

ஒரு விண்மீனின் நிறத்தை அறிந்துகொண்டால் அதன் உஷ்ணத்தை யளக்கலாம்; இவ்விரண்டு பண்புகளையும் தெரிந்து கொண்டால் அதனுடைய பரிமாணத்தைத் தெரிந்துகொள்ளலாம். மீனின் வண்ண பேதங்களைத் திட்டமாய் வரையறுத்தறிய முடியாது. ஒரு மீன் சிவப்பாக உள்ளது என்று கூறினல், அதனின்று பெருகும் ஒளி வெறும் செங்கதிர்களை மட்டிலுங் கொண்டுள்ளது என்று பொருள் அல்ல. நீலம முதலிய எல்லா கதிர்களுந்தான் கலந்து வருகின்றன. அதைப்போலவே நீலம் அல்லது வெண்மீன்கள் செங்கதிர்களையுந்தான் வீசுகின்றன. எனவே சிவப்பு மீன் பெரும்பாலும் செங்கதிர்களையும், நீலமீன் பெரும்பாலும் நீலக்கதிர்களையும வீசுகின்றன என்று நாம் கொள்ளவேண்டும். மற்றும், தொலைதூரத்திலுள்ள மீனிடத்திருந்து ஒளிக்கதிர்கள் புறபபட்டு, நம்கண்களை யடையுமுன் அவை பிரபஞ்ச வெளியிலும், நம் வாயுமண்டலத்திலும் பிரயாணம் செய்கின்றன. அபபோது ஒளிக்கதிர்களில் சில அலை நீளங்கள் தடைபட்டுப் போகின்றன. அவை நம் கண்களுக்கெட்டுவதில்லை. எனவே நாம் காணும் ஒளி மீனினது உணமையான ஒளிதான் என்று நிச்சயமாகக் கூறுவதிற்கில்லை. விஞ்ஞானம் இததகைய இடையூறுகளைக் கடந்து உண்மை அறியவேண்டியிருக்கின்றது.

நிறபேதங்களைக்கொண்டு மீன்களின் ஆயுட்காலத்தைக் கண்டறிகிறோம். ஒரு மீன், தோன்றிய பிறகு, ஆரஞ்சு, மஞ்சள், நீலம் ஆகிய நிறங்களை முறையாக அடைகின்றது. அதனுடைய யவனத்தைக் காட்டுவது நீல நிறந்தான். அந்நிறத்தின் வெப்பம் 35 000° F. பிறகு சிறிது சிறிதாக வெப்பம் குறைந்து வருகிறது. நிறமும் பழையபடி மஞ்சள், ஆரஞ்சாக மாறுகிறது. இறுதியில் செந்நிறம் எய்துகிறது. இப்போது அம் மீனுக்கு முதுமை வந்தது என்று கொள்ளவேண்டும். முடிவில் அது அந்நிறத்தையும் இழந்து உருவத்தில் குன்றிக் குளிர்ந்து, குறளாகி (Dwarf) விடுகிறது. (படம் 71-ஐப் பார்க்க)

## அமைப்பு

பிரபஞ்சம் முழுதும் சத்துப் பொருளாலானதென்று நாம் முன்பே அறிந்துள்ளோம். 19-ஆம் நூற்றாண்டு விஞ்ஞானிகள்




படம் 71
மீன்களின் வயது

சத்து (matter) வேறு, சக்தி (Energy) வேறு என்று கருதி வந்தனர். இருபதாம் நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில் ஐன்ஸ்டைன் என்ற அறிஞர் சத்தும் சக்தியும் வெவ்வேறல்லவென்றும் சத்தைச் சக்தியாகவும், சக்தியைச் சத்தாகவும் மாற்றக்கூடும் என்றும் தெரிவித்தார். இக்கூற்றின் மகத்தான உண்மை 1945-ஆம் ஆண்டு சோதனைக்குள்ளாயிற்று. அவ்வாண்டிற்றான் அணுகுண்டு செய்யப்பட்டது; அணுவைத் தகர்த்து, அதனின் றும் சிந்தனையைப் சிதறவடிக்கும் இராக்கதச் சக்தியை விடுவித் தனர்.

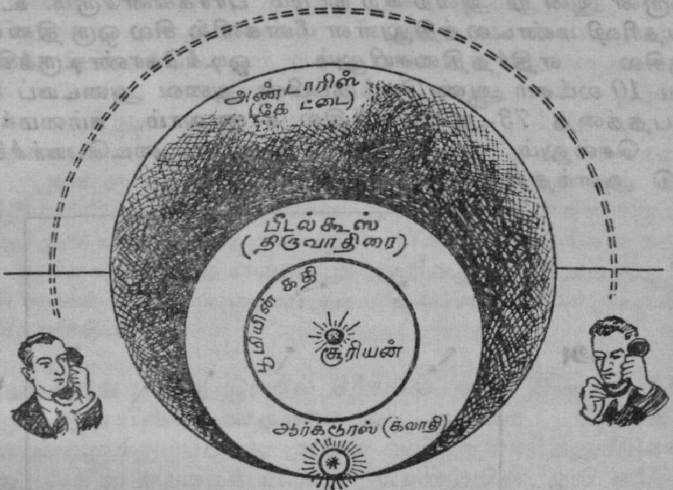
சத்துப்பொருள் என்பது மூலங்களின் கலவையேயாம். மூலங்கள் அணுக்கூட்டங்களினாலாயவை. ஒவ்வொரு அணுவும் கேந்திரத்தில் ஒரு நேர் மின்சாரத் துணுக்கையும், அதைச் சுற்றிவரும் எதிர் மின்சாரத் துணுக்குகளையும் கொண்டுள்ளது. எனவே அணுவென்பது மின்சார சக்தியின் புணர்ச்சி பேதந்தான். அதாவது பிரபஞ்சத்தின் மூலம் மின்சாரக் காந்த சக்தியே ஒழிய வேறில்லை. அணுவும் விண்மீனும், ஒளிக்கதிர்களும், ஒளியாண்டுகளும், மின்னணுக்களின் சுழற்சியும், பேரண்டங்களின் ஓய்வற்ற அலைச்சலும், ஒரே இயல்புடையனவே; பரிமாண அளவிற்றான் பேதம் உண்டு. ஒளிக்கதிர்களும், மின்னணுக்களும் சக்தி அலைகளினால் ஆக்கப்பட்டவை என்று இக்கால ஆராய்ச்சியால் விளங்கிவிட்டது ஒளிக்கதிர்களும், மின்னணுக்களும எத்தன்மையன? அவற்றின் சக்தி அலை எங்கு வீசுகின்றது? அந்த இடத்திற்குத்தான் ஆகாயம் என்று பெயரா? சத்துவின் "முன் பிறப்பு" சக்தி எனக் கொள்ளுவோமாயின், சக்தி எந்த ஆதிமூலத்தைக் கொண்டு படைக்கப்பட்டது? இவை யாவும் விஞ்ஞானிகளின் சிந்தனையைத் தாண்டிவரும் முடிவிலா கேள்விகள்.

பிரபஞ்ச வெளி முழுவதிலும் ஒளிக்கதிர்களும், நிலையின்றி அலைந்து திரியும் மின்னணுக்களும் நிரம்பிக் கிடக்கின்றன. பிரபஞ்சத்தின் படைப்பில் கலந்துள்ள சத்துப் பொருள்களை நீர் வாயு முதல் யுரேனியம் என்னும் உலோகம் ஈறாக 92 வகையாகத் தொகுத்திருக்கிறார்கள். இந்த 92 வகைகட்கும் மூலங்கள் (Elements) என்று பெயர். ஒவ்வொரு மூலத்துக்கும் ஸ்பெக்ட்ரத்தில் ஒருவகை ஒளிக் கோடுகள் காணப்படுகின்றன. எனவே, ஒரு மீனினது ஒளியைக்கொண்டு ஸ்பெக்ட்ராஸ்கோப்பின் மூலம் அம் மீனில் என்ன என்ன மூலங்கள் உள்ளன என்று கூறிவிடலாம். சூரியனும் மீனினங்களிலொன்றாகையால் அதனுள்ளடங்கியுள்ள மூலங்கள் ஏனைய மீன்களிலும் உள்ளன என்று பொதுவாகக் கொள்ளலாம்.

## குறுக்களவுகள்

ஒளிக்கதிர்களைக்கொண்டு மீன்களின் குறுக்களவுகளும், பருமனும் கண்டு பிடிக்கப்படுகின்றன. சில மிகப் பெரிய மீன்களின் குறுக்களவுகளை ஆங்காங்கு வந்துழி அறிந்தோம். குறுக்களவுகள் இண்டர் பீரோமீடர் (Interferometer) என்ற மிக நுண்ணியதொரு கருவியினால் கண்டுபிடிக்கப்படுகின்றன. (படம் 72 சில மீன்களின் குறுக்களவைக் காட்டுகிறது).

நாம் வெற்றுக் கண்களால் காணும் காட்சிகள் யாவும் உண்மையல்ல. தனித் தனியாகத்தோற்றும் மீன்கள் தூர தரிசினியில் கூட்டம் கூட்டமாகக் காணப்படுகின்றன. பல ஒற்றை மீன்கள் உண்மையில் இரண்டிரண்டாகவும், மும்மூன்றாகவும் சேர்ந்துள்ள சிறு கூட்டங்களே என்று அறிகின்றோம். வானத்தில் மிளிரும்




படம் 72

**சில மீன்களின் குறுக்களவுகள்**
**(கேட்டையின் சுற்றளவில் பாதி தூரத்தைக் கடக்க மின்சாரத்துக்கு 53 நிமிஷங்கள் செல்லுகின்றன)**

கோடிக்கணக்கான மீன்கள் இவ்வியல்பினவாகும். சில மீன்கள் தூரதரிசினியில் நோக்கப்படும்போது இரட்டையாகக் காணப்படுகின்றன. ஆனால் சப்தரிஷி மண்டலத்திலுள்ள வசிட்டர் போன்ற இரட்டை மீன்கள் தூரதரிசினியிலும் ஒற்றையாகவே காணப்படுகின்றன. அவை உண்மையில் இரட்டையே என்பதை ஸ்பெக்ட்ராஸ்கோப்பின் உதவியாற்றான் அறிகின்றோம். இக்காரணத்தால் அவற்றிற்கு "ஸ்பெக்ட்ராஸ் கோப் இரட்டைகள்" (Spectroscopic Binaries) என்று பெயர்.

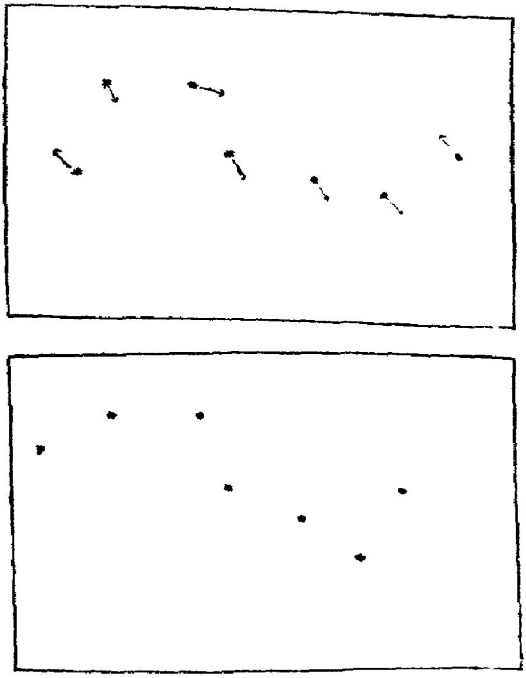
## இயக்கம்

மீன்களுக்கும் இயக்கம் உண்டு. அதை நாம் அளந்தறியலாம். அதன் இயக்கம் நமக்கு வலமிருந்து இடமோ, அன்றி இடமிருந்து வலமோ இருப்பின் அதை எளிதில் அறிந்துகொள்கின்றோம். ஆனால் ஒன்று நம்மை நோக்கி வருவதையோ, நமக்குப் புறம்பாக நகர்வதையோ உணர்தல் சிறிது கடினந்தான். ஒருமீன் இடமிருந்து வலஞ்செல்லுகின்றதென்று வைத்துக்கொள்வோம். அது, விநாடிக்கு ஒருமைல் வேகத்தில் நகர்ந்தாலும், ஒரு ஆண்டில் பெயரக்கூடிய தூரம் 3 கோடி மைல்தான். எனினும் இச்சலனம் நம் கண்கட்குப் புலனாவதில்லை. இதனால் மீன் கூட்டங்களில் ஏற்பட்டுக்கொண்டே இருக்கும் இடமாறுதல்களை நாம் அறியக் கூடுவதில்லை. பல்லாயிரம் ஆண்டுகட்குமுன்னர் வாழ்ந்த மக்கள் கண்ட

நிலையிற்றான் இன்று அவற்றை நாமும் பார்க்கின்றோம். உதாரணமாக சப்தரிஷி மண்டலத்திலுள்ள மீன்களில் சில ஒரு திசையிலும், மற்றுஞ்சில எதிர்த்திசையிலும் ஓடிக்கொண்டிருக்கின்றன. இன்னும் 10 லட்சம் ஆண்டுகட்குப்பின் அவை அடையப் போகும் உருவபேதத்தை 73-ஆம் படத்தில் காணலாம். நம்மைக் குறுக்கிட்டுச் செல்லும் இவ்வியக்கங்களைப் "புடைபெயர்ச்சி"யைக் கொண்டு அளந்தறியலாம்.

அ

ஆ



படம் 73

சப்த ரிஷிக் கூட்டம்

சப்தரிஷி மண்டலம் துருவதாரையைச் சுற்றிச் சுற்றி வந்துகொண்டிருக்கிறது. அத்துடன் இந்த மண்டலத்திலுள்ள மீன்கள் ஒன்றைவிட்டுப் பிரிந்து மற்றொன்று ஓடிக்கொண்டிருக்கின்றது.

அ — படத்தில் இம் மண்டலத்திலுள்ள மீன்கள் இப்போதுள்ள நிலையும், அவை ஓடும் திசைகளும் காட்டப்பட்டுள்ளன.

ஆ—படத்தில் 10,00,000 ஆண்டுகட்குப் பின் அவை தோற்றமளிக்கப் போகும் நிலை காட்டப்பட்டிருக்கின்றது.

சில மீன்கள் நம்மை நோக்கியும், நமக்கப்பாலும் பெயர்கின்றனவே? அவற்றை எவ்வாறு கண்டுகொள்ளுவது? வெகு வேகமாக ஓடிக்கொண்டிருக்கும் ஒரு எக்ஸ்பிரஸ் இரயில் வண்டியிலிருந்து வெளிப்புறத்தை நோக்கும்போது, நம் அருகில் உள்ள தந்திக் கம்

பங்கள் வெகு வேகமாகப் பறந்து செல்லுவதையும், சற்றுத் தொலைவிலுள்ள மரஞ்செடிகள் மெதுவாகச் செல்லுவதையும், தொலை தூரத்திலுள்ள குன்றுகள் நிலைத்து நிற்பதையும் காண்கின்றோம். இரயில் வண்டி வளைந்து வட்டமாக ஓடுமாயின், தொலை தூரத்திலுள்ள குன்றுகளுக்கெதிரில் தந்திக் கம்பங்களும் மரஞ்செடிகளும் முன்னுக்கும் பின்னுக்கும் ஓடுவதாகக் காணப்படுகின்றன. அதைப்போலவே சூரியனைச் சுற்றியுள்ள நம் வருடாந்தர யாத்திரையில் மிகதூரத்திலுள்ள நுண்ணிய மீன்களுக்கு எதிரில் அண்மையிலுள்ள மீன்கள் முன்னும் பின்னும் நகர்வதைப் பார்க்கிறோம். இச்சலனத்தை எவ்வாறு அறிவது? இதற்குப் "புடைபெயர்ச்சி"யைக் கையாளமுடியாது; "டாப்ளர்-பயனை "உபயோகப்படுத்த வேண்டும்.

**டாப்ளர்-பயன்:** ஒரு இரயில் நிலையில் நாம் நின்று கொண்டிருக்க, ஒரு இரயில் வண்டியானது நம்மை நோக்கி ஓடிவந்துகொண்டிருக்கும்போது அதன் ஒலி அதிகரித்துக்கொண்டே வருகிறது. அது நம்மைக் கடந்து சென்றபின், ஒலி சட்டென்று ஓய்ந்து விடுகிறது. ஒலிக்குக் காரணமான ஒரு பொருள் நம்மை நோக்கிவரும்போது ஒலி மிகுதலும், நம்மைக் கடந்து செல்லும் போது ஒலி குறைதலும், ஒலியின் இயல்புகளில் ஒன்றாகும், இந்த இயல்பை ஒளியிலும், மின்சாரக் காந்த அலைகளிலும் காணலாம். ஒளி அலை அலையாகச் செல்லுகிறது என்று ஏற்கெனவே அறிந்தோம். ஒளிக்கதிர்களின் நிறத்துக்குத் தகுந்தவாறு இந்த அலைகளின் நீளங்கள் அமைந்துள்ளன. செந்நிறத்துக்கு நீண்ட அலைகளும், ஊதாவுக்கு மிகக்குறுகிய அலைகளும் உள்ளன. ஒளி யலைகட்கும் மின்சார அலைகட்கும் "அதிர்ச்சி" (Frequency) என்று மற்றொரு இயல்பும் உண்டு. நீளமான அலைகட்கு அதிர்ச்சி மட்டு. குறைந்த அளவுள்ள அலைகட்கு அதிர்ச்சி அதிகம். நீளம் குறையக் குறைய அதிர்ச்சி மிகுதலும், நீளம்அதிகரிக்கும்போது அதிர்ச்சியும் குறைதலும் இவ்வலைகளின் பண்பாகும். டாப்ளர் பயனின்படி நம்மை நோக்கிவரும் ஒலி யலைகட்கு அதிர்ச்சி மதிகம் என்று கண்டோம். அப்பயனின்படியே நம்மை நோக்கிவரும் ஒளி யலைகட்கும் அதிர்ச்சி அதிகம் என்று அறிகின்றோம். நம்மை நோக்கிவரும் ஒரு மீனின் ஒளியலைகட்கு அதிர்ச்சி அதிகம்; ஆனால் அவற்றின நீளம் குறைவு நம்மை விட்டு அப்பால் ஓடும் மீனின் ஒளியலைகட்குஅதிர்ச்சிமட்டு; ஆனால் நீளம் அதிகம்.

அதிக அதிர்ச்சியையும் குறைந்த அலை நீளத்தையும் கொண்டது நீலநிற ஒளி. அதாவது நம்மை நோக்கிவரும் மீனின் ஒளி நீலமாக இருக்கும் அல்லது நீல நிறமீன் நம்மை அணுகிக் கொண்டிருக்கிறது என்று கொள்ளவேண்டும் இதற்குமாறாகக் குறைந்த அதிர்ச்சியையும் அதிக அலை நீளத்தையும் உடையது செந்நிறம். அதாவது நமக்கு எதிர்ப்புறம் ஓடும் மீனின் ஒளி

செந்நிறமாக இருக்கும்; அல்லது செந்நிறமுள்ள மீன் நம்மை விட்டு அப்பால் பெயர்கின்றது என்று கொள்ளவேண்டும். ஸ்பெக்ட்ராஸ்கோப்பின் மூலந்தான் டாப்ளர் பயனைக் கையாண்டு மீன்களின் இயக்கங்கள் அளக்கப்படுகின்றன.

## பரிமாணம் (Mass)

பெரும்பாலும் மீன்கள் தனித் தனியாகத்தான் விசும்பில் உலவுகின்றன. எனினும் ஜோடி ஜோடியாக உள்ள மீன்களும் ஏராளமாகக் காணப்படுகின்றன. சிறுமிகள் கைகோத்துத் தும்பிச் சுற்றுவதுபோல், ஒன்றோடொன்று கவர்ச்சியினால் பிணிபட்டு ஒன்றை மற்றொன்று சுற்றுகின்றன. ஒருகோளத்தில் அடங்கியுள்ள சத்துப் பொருளின் அளவுக்குப் பரிமாணம் என்று பெயர். பரிமாணத்தில் பூமியைவிட சூரியன் 3,32,000 பெரியது. எனவே இவ்விரண்டினுள் சூரியன்றான் பூமியைக் கவர்ச்சியால் கட்டுப்படுத்துகிறது. அது பூமியின் கவர்ச்சியால் பாதிக்கப்படுவது மிகமிக சொல்பம். இக்காரணத்தாற்றான் சூரியனைச் சுற்றிப் பூமி ஓடுகின்றது. ஆனால் இரட்டை மீனகள் ஏறக்குறைய ஒரேயளவுள்ள பரிமாணத்தைக் கொண்டிருப்பதால் ஒன்றை மற்றொன்று சுற்றுகின்றன. இவ்விரு மீன்களின் கவர்ச்சியை அளவிட்டு அவற்றின் எடையைக் கூறிவிடலாம். உருவத்தில் சிறியதாக இருந்தாலும் ஒரு மீன் பரிமாணத்தில் மிகுந்திருக்கலாம்.

சிரியஸ் என்னும்மீன் நம் சூரியனைவிட ஒன்றரைமடங்கு குறுக்களவில் அதிகம். ஆனால் அதனுடைய தோழனின் குறுக்களவு அதனுடைய குறுக்களவில் 30-இல் ஒரு பங்குதான் உள்ளது. ஒமிக்ரான் சிடி (O. Ceti), மீரா, என்னும் மீன்குறுக்களவில் சூரியனை விட 400 மடங்கு பெரியது. அதனுடைய தோழன் அதைவிட 10,000-இல் ஒரு பங்குதான் இருக்கும். ஒரு வண்டிச் சகடுக்கும், அதன் மேல் அமர்ந்துள்ள ஒரு ஈக்கும் உள்ள பேதம்! தோழமை பூண்டுள்ள சிறிய மீன்களுக்குக் குறள்கள் (Dwarfs) என்று பெயர். குறள்கள் பரிமாணத்தில் மிகுந்தவை. அவற்றுள் அதிகமான சத்துப்பொருள் செறிந்துள்ளது. ஒரு குறள் உருவத்தில் பூமியளவாயினும், அதனுடைய பரிமாணம் சூரியனளவாயுள்ளது. அதாவது சூரியனிடத்துள்ள அவ்வளவு சத்துப் பொருள் இக்குறளிலும் அடங்கியிருக்கின்றது. சூரியனில் உள்ள சத்துப பொருளில் ஒரு கனகஜம் அளவு ஒரு டன் பளுவுள்ளது. ஆனால் ஒரு குறளின் சத்துப்பொருளில் ஒரு சிட்டிகையின் பளு ஒரு டன் இருக்கும்!

## மாறும் மீன்கள் (Variables)

மீன்கள் பெரும்பாலும் மாறாத ஒளியை வீசுகின்றன. சிலவற்றின் ஒளி அடிக்கடி மாறிக் கொண்டே இருக்கின்றது. இத்தகைய மீன்களை ஆயிரக்கணக்கில் காணலாம். சிலவற்றின் ஒளி மாற்றத்துக்கு ஒழுங்கு முறை என்பதில்லை; ஒளி திடீரென்று

ஏறும், திடீரென்று குறையும். ஆனால் சிலமீன்களுக்குக் குறித்த காலத்தில் ஒளி நிறைகிறது, பிறகு குறைகிறது. இவ்வகுப்பில் சேர்ந்தவை இரட்டை மீன்கள் தாம. அவை ஒன்றையொன்று சுற்றும்போது, ஒன்று மற்றொன்றை மறைக்கிறது. ஆல்கால் என்னும் பேய்மீன் இத்தகையதுதான். மூன்றாம் வகையைச் சார்ந்த மீன்கள் திடீரென்று தம் ஒளியைப் பெருக்கிக் கொள்ளுகின்றன; சில நாட்கள் கழிந்த பிறகு, மீண்டும் மங்கிப் பழைய நிலையை எய்துகின்றன. இவ்வினத்தைச் சார்ந்தது மீரா என்ற மீன். நான்காம் வகையைச் சார்ந்த மீனகள், ஒளிப் பெருக்கம் ஏற்பட்டால், ஓராண்டு வரையில் தன் புதிய ஒளியை இழப்பதில்லை.

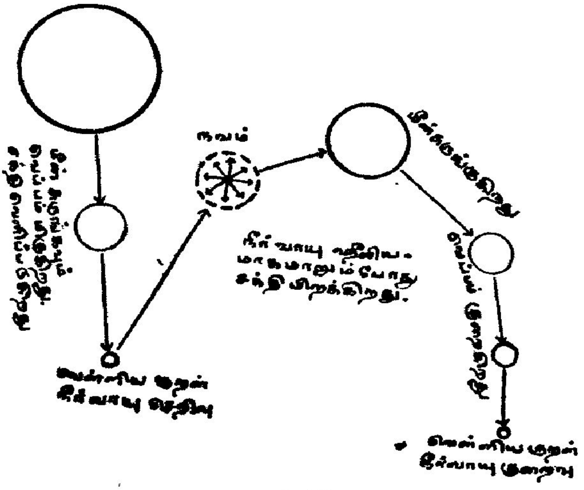
ஐந்தாம் வகையைச் சார்ந்த மீன்களுக்கு நவங்கள் (Novae) என்று பெயர். சாதாரண ஒளியையுடைய ஒரு மீன் திடுமென்று, நம் கருத்திற்கெட்டாத காரணங்களால் தன் ஒளியை லட்சம், பத்து லட்சம் மடங்கு பெருக்கிக் கொள்ளுகிறது; ஒன்றிரண்டு ஆண்டுகள் சென்றபின் தன்னிலையை மீண்டும் எய்துகின்றது. இதை ஒரு நவம் என்று நாம் அழைத்தாலும், இது புதிதாக சிருட்டிக்கப் பட்டதல்ல. ஒரு மீன் நம் கட்புலனுக்கெட்டாத நுண்ணொளியுடன் தொலை தூரத்தில் இருக்கிறது. திடீரென்று அதனிடம் தோன்றிய ஒளிப்பெருக்கத்தினால் அது நமக்குப்புலனாகிறது.

அகண்டாகாரமான வெளியில் ஆதியந்தமற்று நடந்து வரும் "படைப்பு" என்னும் நாடகக் காட்சிகளில் நவங்கள்முக்கிய பாத்திரங்களாகும். எக்காரணத்தாலோ ஒரு மீன் வெடிக்கிறது. ஒரு கோடி கோடி அணுகுண்டுகளை ஏக காலத்தில் வெடித்தாலும் அதற்கு ஈடாகாது. வெடித்த மீனினின்றும் பீறிட்டெழுகிற ஒளி வெள்ளம் அளவு கடந்து பெருக்கமடைகிறது. ஹெர்குலிஸ் என்ற மீன்கூட்டத்தில் இத்தகைய வெடிப்பு ஒன்று 1300 ஆண்டுகட்கு முன்னர் நேரிட்டது. வெடித்த ஒரு மீனினின்றும் மின்னணுக்களும், அயனிகளும் லட்சக் கணக்கான மைல்கள் பரவுகின்றன. காஸ்மிக் கதிர்களும், காமா கதிர்களும் புற-ஊதா கதிர்களும் ஒன்றோடொன்று மோதுண்டு புரட்சி செய்கின்றன. பலகோடி மைல் பரப்புள்ள வாயு மேகங்கள் வானத்தில் எழுகின்றன. இத்தகைய நிலைகளைச் சூரியனைச் சுற்றியுள்ள ஒளி முடியில் காண்கின்றோம்.

சூரியனும் ஒரு நவந்தானோ? ஒரு காலத்தில் அது திடீரென்று வெடிக்குமாயின் நம்முலகம் என்னவாகும்? வெடித்த உடனே ஒரு பெரும் ஜோதி, வானளாவும் மேகப்படலங்கள், காஸ்மிக், மின்சாரக் காந்தப் புயல்கள் நம்மை நோக்கி மனோவேகத்தில் ஓடிவரும். இவற்றினுள் கோள்கள் சிக்குண்டு, காட்டுத்தீயிற் பட்ட கொசுக்கள்போல் பொசுங்கிவிடும். எங்கும் பாழ்! சில ஆண்டுகள் கழித்து, சூரியன், வெப்பம் தணிந்து, தன்னந்தனியாக,

சூருவளியிற்பட்ட சிறு துரும்புபோல் வானவெளியில் சுழன்று கொண்டிருக்கும். பிரபஞ்ச நாடகத்தில் அடுத்தக் காட்சி என்னவோ ?

நவங்களின் வெடிப்புக்குப் பல காரணங்கள் காட்டப்படுகின்றன. இருமீன்கள் ஒன்றையொன்று நெருங்கினால் இவ்விபத்து நேரிடுகின்றது என்று ஒருசிலர் கருதுகின்றனர். ஸர் ஆர்தர்




படம் 74
மீனின் வளர்ச்சி

எடிங்டன் (Sir Arthur Edington) காட்டும் காரணம் வேறு. அஃதென்னவெனின், விண்மீன்கள் முதன் முதல் கலப்பற்ற நுண்ணிய நீர்வாயுக் கோளங்களாகப் பிறக்கின்றன. (படம் 74-ஐப் பார்க்க.) காலப்போக்கில் வாயு சுருங்கச்சுருங்க அதன்கண் அளவற்ற வெப்பம் உண்டாகிறது. ஒளியும் ஓங்குகின்றது. இறுதியில் அவை உருவிற் சிறுத்து சிறு மீன்களாக மாறுகின்றன. அப்போது அவற்றுள் நீர்வாயு அணுக்கள் மிகவும் செறிந்துள்ளன. அணுக்களின் புணர்ச்சியால், இவ்வணுக்களினின்றும் கரிவாயுவும், உப்பு வாயுவும் பிறக்கின்றன. இவை நீர்வாயு அணுக்களுடன் கலந்து ஹீலியம் அணுக்களைப் பிறப்பிக்கின்றன. தொடக்கத்தில் இம்மாறுபாடுகள் மிகத் துரிதமாக நடைபெறும். அப்போதுதான் ஒரு பெரும் வெடிப்பு நிகழ்கின்றது. ஒப்புவமையற்ற ஜோதி தோற்றுகிறது. நவம் பிறக்கின்றது. நவமும் காலப்போக்கில் தன் ஒளியை யிழந்து ஒரு குறளாகி விடுகிறது. அப்போது அதனுள் நீர்வாயு மிகவும் குறைந்து விடுகிறது. ஸர் எடிங்டனுடைய இக்கருத்து மிகவும் பொருத்தமாகத்தான் உள்ளது. எனினும் இதில் எவ்வளவு உண்மை இருக்கிறதென்று எவ்விதமான சோதனையும் செய்து பார்க்க முடியாது.

# அத்தியாயம் 20

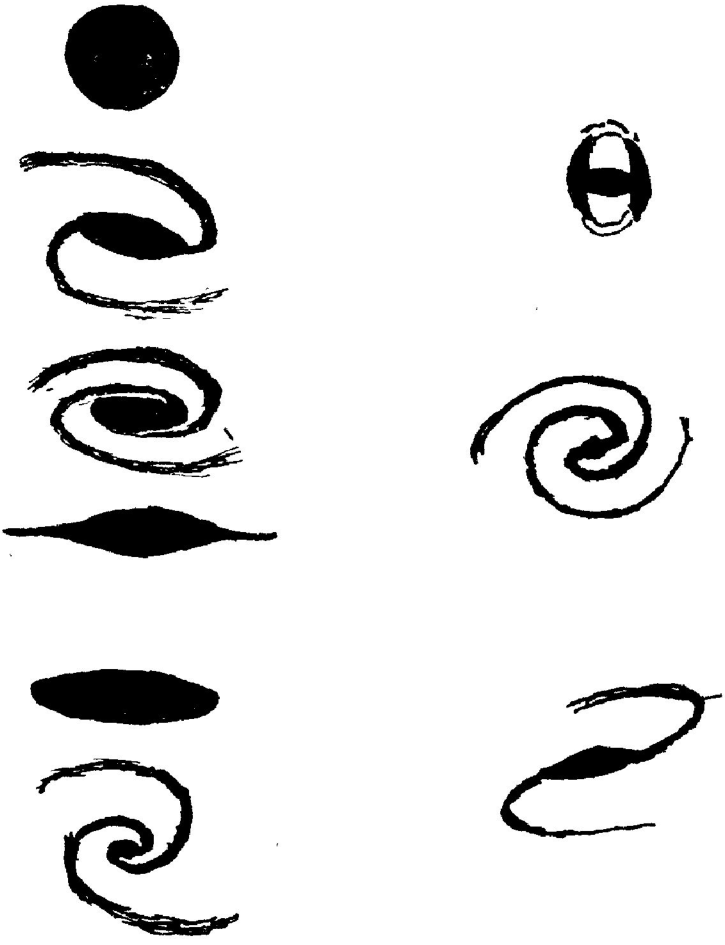
# நெபுலங்கள்

வானமெங்கணும் மீன் மண்டலங்கள் சிதறிக் கிடக்கின்றன என்று 18-ஆம் அத்தியாயத்தில் வாசித்தோம். இலத்தீன் மொழியில் நெபுலம் என்ற சொல்லுக்கு முகில் என்று பொருள். வான ஆராய்ச்சிகள் தொடங்கிய காலத்தில் வானவெளியில் மெல்லிய மேகம் போன்று காணப்பட்ட பொருள்கட்கெல்லாம் நெபுலம் என்ற பெயரிடப்பட்டது. பிற்கால ஆராய்ச்சியில் நெபுலங்கள் மூவகைப்பட்டன என்று தெளிவாயிற்று. அவற்றுள் முதல்வகை "கோள் நெபுலம்" (Planetary Nebula) என்பது. இவ்வகை நம்மீன் மண்டலமாகிய ஆகாயக் கங்கையிலேயே காணப்படுகின்றன. கோள் நெபுலத்தில் ஒரு தனிப்பட்ட மீனைச் சுற்றி ஒரு முகிற்படலம் தோற்றுகின்றது. மணிக்கு 5,000 மைல் வேகத்தில் செல்லக் கூடிய ஒரு ராக்கட் விமானம் கேட்டை என்ற மீனின் பிம்பத்தைக் குறுக்கிடடேக 9 ஆண்டுகள் செல்லும். ஆனால் இந்தவிமானம் ஒரு கோள் நெபுலத்தைக் கடக்க 90,000 ஆண்டுகள் செல்லும். இதன் மையத்திலுள்ள மீன் உருவிற் சிறியதுதான். அதனுடைய குறுக்களவு சூரியனின் குறுக்களவில் ஐந்தில் ஒரு பங்குதான் உள்ளது. அதனைச் சுற்றியுள்ள முகிற் படலந்தான் அவ்வளவு பெரியதாக உள்ளது. அந்த மீன் மிகவும் வெப்பமுடையது. வெப்பத்தினளவு 75,000° ஆகும்.

**இரண்டாம் வகை:** இவ்வகையைச் சேர்ந்த நெபுலங்களும் ஆகாயக் கங்கையிற்றான் உள்ளன. கோள் நெபுலத்தில் ஒரு ஒற்றை மீனைச் சுற்றி முகிற் படலத்தைக் கண்டோம். ஆனால் இந்த நெபுலங்களில் ஒரு மீன் கூட்டத்தையே முகிற் படலங்கள் சூழ்ந்து நிற்கின்றன. நமக்குப் பழக்கமான இருத்திகைக் கூட்டம் இவ்வகையைச்சார்ந்தது. புகைப்படம் 9-இல் இருத்திகையில் மேகப்படலங்கள் பரவி யிருப்பதைக் காணலாம்.

**மூன்றாம் வகை:** நம்மீன் மண்டலத்தைப் போலவே வானவெளியில் தோற்றும் ஏனைய மண்டலங்கள் இவ்வகையைச் சேர்ந்தவை. இவற்றில் காணப்படும் முகில்கள் வாயுத்திரட்சிகள் அல்ல. தூரதரிசினியில் அவை தனித்தனி மீன்களாகவே காணப்படுகின்றன. அவற்றிலும் மீன்திரள்களும், மாறுகின்ற மீன்களும் உள்ளன. நமக்கு அண்மையிலுள்ள மண்டலம் ஆண்டிரோமீடா என்பது (புகைப்படம் 8-ஐப் பார்க்க). அதன் தூரம் 80 000ஒளியாண்டுகள். மற்றொன்று ஓரியான் நெபுலம். (புகைபபடம்-11) ஒரு கோள் நெபுலத்தை 90,000 ஆண்டுகளிற் கடந்து சென்ற நம் ராக்கட் விமானம் ஆண்டிரோமீடாவைக் கடக்க ஏறக்குறைய 1,200 கோடியாண்டுகள் செல்லும்.

நெபுலங்கள் யர்வும் வண்டிச் சக்கரம் போல் சுழல்கின்றன. ஆண்டிரோமீடா இரண்டு கோடி யாண்டுகட்கொரு முறை சுழல்கிறது. ஒரு சக்கரத்தைப் பக்கவாட்டில் பார்க்கும்போதும், விளிம்பின் புறமாக நோக்கும்போதும் அதன் தோற்றம் மாறுபடுகின்றதல்லவா? அதைப போலவே, ஒரு நெபுலத்தை எந்தக் கோணத்தில் நாம் பார்க்கிறோமோ, அதற்குத் தக்கவாறு அதனுடைய தோற்றமும் மாறுபட்டுக் காண்கிறது. ஆண்டிரோமீடா நெபுலம் நமக்குச் சற்றே விளிம்பைக் காட்டிக் கொண்டிருக்கிறது. ஒரு நெபுலத்தின் தோற்றங்கள் யாவும் படம் 75-ல் காட்டப்பட்டுள்



படம் 75
நெபுலங்களின் உருவ வகைகள்

ளன. ஒரு காட்டில் செல்லும்போது, அங்கு கீழே சிதறுண்டு கிடக்கும் விதைகள் முதல் முழு வளர்ச்சியடைந்துள்ள மரங்கள்

வரையில் மரவளர்ச்சியில் எல்லா நிலைகளையும் காண்கின்றோம். இதைப் போலவே, நெபுலங்களிலும் மீன் மண்டலங்களைத் தோற்றுவிக்கும் கருக்களையும், குழவிப்பருவம், கட்டிளமை, முதுமை ஆகிய பருவங்களிலுள்ள மண்டலங்களையும் காணலாம்.

---

## அத்தியாயம் 21
# பிரபஞ்சம்

வெட்டவெளியும், அதனுள் அடங்கியுள்ள மூலப்பொருள்களும் சேர்ந்தது பிரபஞ்சம். ஆகாயக் கங்கையில் ஒரு கடுகளவு இடத்தைத் தூரதரிசினியின் மூலம் நோக்கினால் அங்கு ஆயிரக் கணக்கான மீன்களைக் காண்கின்றோம். புகைப்படம் 12-ஐப் பாருங்கள். மீனின் திரள்கள் மேகம் போன்று காணப்படுகின்றன, அவற்றின் தொகை எண்ணத் தொலையாது.

புகைப்படம் 12
ஒபியூசி என்ற மீன்திரள்.

சப்தரிஷிக் கூட்டத்தின் மத்தியில் தூரதரிசினியில் ஒரு ஒளிப்புள்ளி காணப்படுகின்றது. அது 15 கோடி ஒளியாண்டு தூரத்தில் உள்ளது. 60 மீன் மண்டலங்கள் சேர்ந்துவீசுகின்ற ஒளிதான் இப்புள்ளி. வான வெளியில் எங்கெங்கு தூரதரிசினியைக்கொண்டு நோக்குகின்றோமோ அங்கெல்லாம் ஒளிப்புள்ளிகள் காணப்படுகின்றன. இவை யாவும் எத்தனை மீன் மண்டலங்களை ஒடுக்கிக் கொண்டிருக்கும் பகிரண்டங்களோ நாம் அறியோம்! இப்பகிரண்டங்கள் (Meta Galaxy) யாவும் ஒரே குடும்பத்தைச் சேர்ந்தவையாக இருக்கக்கூடும்; ஒரே வகையான கவர்ச்சிக்குட்பட்டு வேறொரு மகாமண்டலத்தில் (Super Galaxy) சுழன்று கொண்டிருக்கவுங்கூடும்.

பிரபஞ்சத்தில் கோடிக்கணக்கில் மீன் மண்டலங்கள் மட்டுமா உள்ளன? இல்லை. இம்மண்டலங்களினின்றும் விடுதலையான தனித்தனி மீன்களும், வால்மீன்களும், எரிமீன்களும் எண்ணிறந்

தவை பேய்கள் போன்று சுழன்று கொண்டிருக்கின்றன. இவை யன்றி, இவற்றினின்றும் எழுகிற மிகமிக நுண்ணிய புழுதிப் படலங்களும் ஒளிக்கதிர்களும் பிரபஞ்ச வெளியில் விரவியுள்ளன. இத்தகைய சத்துப் பொருள்கள் எல்லாம் தோற்றுவதற்குக் காரணமாக நின்ற மூலப் பொருளுக்கு ஆசிரியர் ஷேப்ளி "பிரபஞ்ச மெழுகு" (Cosmo Plasma) என்று பெயரிட்டிருக்கின்றார்.

மீன்களுக்கும், பிறப்பு, மூப்பு, சாக்காடு இவை உண்டென்றறிந்தோம். அவற்றின் சத்துப் பொருள் ஒளியாக மாறிவிடுகிற தாகையால் ஒருகாலத்தில் அவை கற்பூரம்போல் கரைந்துவிடும். அணுக்களின் புணர்ச்சியின்போது பிறக்கும் வழிக்கைல்களிலும், ஒளிவீச்சுகளிலும் அளவிறந்த சக்தியானது செலவழிந்துபோகிறது. ஒரு 40-வாட் மின்சார பல்பு இருபது லட்சம் ஆண்டுகள் நீடித்து எரியுமாயின், அது தன் சக்தியில் ஒரு அவுன்ஸை இழக்கிறது. ஆனால் சூரியனிடமிருந்து ஒரு நொடியில் 40 லட்சம் டன் சக்தி இழக்கபபடுகிறது. அப்படியாயின் அதுஓராண்டில் இழக்கும் சக்தியைச் சிந்தித்துப பாருங்கள். உள்ளம் சுழல்கிறதல்லவா? சூரியன் கோள்களை ஈன்றபிறகு, நம் பூமியின் எடையைவிட 40 மடங்கு அதிக எடையுள்ள ஒளியைப் பொழிந்துள்ளது!

பிரபஞ்சத்தில் உற்ற மீன்மண்டலங்கள் யாவும் காலதேவன் கட்டளையால் சக்தியாகக் கரைந்து விடுகின்றன. இவ்வாறு கரைந்து உருவிழந்த மண்டலங்கள் எத்தனை கோடியோ! அவற்றினின்றும் தோற்றின சக்தியானது பிரபஞ்சம் முழுதும் பரவி நிற்கிறது. அச்சக்தியினின்றும் மீண்டும் மின்னணுக்களும், அணுக்களும், நெபுலங்களும், மீன்களும், கோள்களும், அண்டபகிரண்டங்களும் தோன்றக்கூடும் அல்லவா? "இக்கேள்வியை கேட்டுமட்டிலும் வையுங்கள். ஆனால் விடையளிக்க முயல வேண்டா" என்று கூறுகின்றார் ஆசிரியர் ஷேப்ளி.

பிரபஞ்சம் எல்லைபிறந்தது; ஆதியந்தமற்றது. இதை ஒரு 225 சதுரமைல் உள்ள ஒரு படத்தில் வரைந்தால், அதனுள் ஆகாயக் கங்கை என்கின்ற நம் மீன்மண்டலத்தை [ . ] என்று ஒரு முற்றுப்புள்ளியளவுதான் குறிக்க முடியும்!

நெபுலங்கள் ஆதியில் எவ்வாறு தோற்றின? என்ற கேள்விக்குப் பலர் பலவிதமான விடைகளை அளிக்கின்றார்கள்.

முன்னொரு காலத்தில் பிரபஞ்சம் முழுவதிலும் மாபெரும் கனல் ஒன்று பரவி இருந்தது. காலஞ் செல்லச் செல்ல, அது வெப்பந்தணிவுற்று, ஆங்காங்கு நெபுலங்களாகவும் மீன்களாகவும் இறுகி விட்டது. இஃது ஒரு சாரார் வழக்கம். இது தற்கால ஆராய்ச்சிக்கு ஏற்புறவில்லை.

ஸ்பெக்ட்ராஸ்கோப்பினால் நாம் அறியும் ஒரு மகத்தான உண்மை என்னவெனின், நெபுலங்கள் யாவும் நொடிக்கு 25,000 மைல் வேகத்தில் எங்கோ விரிந்து ஓடிக் கொண்டிருக்கின்றன

என்பதுதான். நமக்கண்மையிலுள்ள நெபுலங்கள் சற்று மெதுவாகவும், சேய்மையிலுள்ளவை அதி வேகத்துடனும் ஓடுகின்றன. தூரத்தில் செல்லச்செல்ல அவற்றின் வேகமும் அதிகரிக்கின்றது. இதற்குக் காரணம் என்ன?

போர்க்களத்தில் ஒரு வெடிகுண்டு வெடித்த உடனே அதனின்றும் வெளிப்பட்ட "ரவைகள்" நாலா பக்கத்திலும் வெகு வேகத்தில் பரவுகின்றன. அதைப் போலவே ஒரு "அவுட்" வாணம் வானத்தில் வெடித்த உடனே அதனின்றும் பிறந்த அழகிய பல வண்ணப் பொறிகள் எல்லா திசைகளிலும் விரிந்தோடுகின்றன. இத்தகைய ஒரு மகத்தான நிகழ்ச்சியானது ஆதியில் பிரபஞ்சத்தில் ஏற்பட்டிருக்க வேண்டும்.

நம் சிந்தனைக்கப்பாற்பட்ட ஒரு காரணத்தால் பிரபஞ்சத்தில் செறிந்து நின்ற சத்துப் பொருள் வெடித்தது. அதனின்றும் பல துண்டங்கள் எல்லா திசைகளிலும் தெறித்தோடின. அவையே நெபுலங்கள். அவை ஓயாமல் இன்னும் ஓடிக்கொண்டே இருக்கின்றன. அத்துண்டுகளில் ஒன்றின ஆகாயக் கற்கையிற்றான் நம் சூரிய மண்டலம் உள்ளது.

மேல் கூறப்பட்ட ஊகமானது சற்றுப் பொருத்தமானதாகக் காணப்படுகின்றது.

பிரபஞ்சத்தைப் பற்றிய தத்துவத்தை முதன்முதல் விஞ்ஞான முறையில் உலகிற்களித்தவர் பேராசிரியர் ஐன்ஸ்டைன் அவர்கள். இவர் தன்னுடைய "தொடர்பு" வாதத்தில் பிரபஞ்ச வெளி வளைந்துள்ளது என்று கூறுகின்றார். வெளி வளைந்துள்ளதென்றும், விரிந்து கொண்டே போகிறதென்றும், தற்கால ஆராய்ச்சி முடிவு கட்டியுள்ளது.

நெபுலங்களின் ஓட்டத்திற்கு இரு உதாரணங்களைக் கொடுக்கலாம். ஒன்று, குண்டு வெடித்த உடனே ரவைகள் பரவியோடுவது. மற்றொன்று, ஆற்று வெள்ளத்தில் மரத்துண்டுகள் மிதந்து செல்லுவது. ஆறு அகன்று செல்லும்போது மரத்துண்டுகள் பரவலாக மிதந்து செல்லுகின்றன. ஆறு குறுகிச் செல்லும் போது மரத்துண்டுகள் நெருங்கிச் செல்லுகின்றன.

வெடித்த குண்டினது துண்டுகட்கு ஒப்பிடும்போது நெபுலங்கள் வெளியின் குறுக்கே ஓடுகின்றன என்று கருதுகின்றோம். மரத்துண்டுகட்கு ஒப்பிடும்போது அவை வெளியினுடனே, அல்லது வெளியினைத் தன்னுடன் கொண்டு ஓடுகின்றன என்று கொள்ளுகின்றோம். மரத்துண்டங்களை ஏந்திக்கொண்டு ஆற்று நீர் ஓடுவதைப்போல, நெபுலங்களை ஏந்திக்கொண்டு வெளியும் ஓடுகின்றது.

ஒரு ரப்பர் பலூனின் மேல் பல புள்ளிகளை வரைந்து, அப்பலூனை ஊதினால், அது பெரியதாக ஆக, அப்புள்ளிகளின் இடை

யிட்ட தூரமும் அகன்று விடுகின்றது. இதைப்போலவே பிரபஞ்ச வெளியும் மீன்மண்டலங்களை ஏந்திக்கொண்டு அகன்று கொண்டே போகின்றது. அப்போது மீன்மண்டலங்களும் ஒன்றற்கொன்று சேய்மையில் செல்லுகின்றன.

உலகம் உருண்டையாக இருப்பதையறிய வேண்டின், ஒரு இடத்தைவிட்டுப் புறப்பட்டு, நேராகச் சென்று கொண்டே இருந்தால், இறுதியில் நாம் புறப்பட்ட இடத்திற்கே வந்து சேர்வதைச் சான்றாகக் கொள்ளலாம். ஆனால் பிரபஞ்ச வெளி வளைந்துள்ளதென்பதை எத்தகைய சோதனைகளால் அறிவது? வெளியின் ஒரு இடத்திலிருந்து புறப்பட்டு ஒருவன் யாத்திரை சென்று, வெளியை ஒரு சுற்றுச் சுற்றிப் புறப்பட்ட இடத்திற்கே வந்துசேர எத்தனை கற்பகோடிகள் செல்லவேண்டும்! மனிதனுடைய குறுகிய ஆயுள் நாளில் இச்சோதனையை எவ்வாறு செய்தறிவது? ஒரு ஒளிக்கதிர், நொடிக்கு 1,86,000 மைல் செல்லுகிறதாகையால், ஒரு இடத்திலிருந்து புறப்பட்டு, வெளியைச்சுற்றி, மீண்டும் பழைய இடத்தைச் சேர்வதை விஞ்ஞான சாதனைகளினால் அறியக்கூடும். பேலமார் தூரதரிசினியின் உதவியால் இந்த உண்மையைக் கண்டறிய இயலுமா என்று ஆராய்ச்சியாளர்கள் எதிர் பார்க்கின்றனர்.

பிரபஞ்சத்திலுள்ள மீன் மண்டலங்கள் காலப்போக்கில் தம் சத்துப் பொருளை ஒளி ரூபத்தில் இழந்து கரைந்து போய்விடுமாயின், முடிவில் பிரபஞ்சம் ஒரு சூனியமாய் விடுமோ? சூனியம் என்பது பிரபஞ்சத்திலில்லை என்பது தத்துவஞானிகளின் கருத்தாகும். "பாழே முதலா எழும் பயிர் (உலகம்), அப்பயிர் பாழாய் அடங்கினும், பண்டைப்பாழ் பாழாகா" (மந்திரம்-415) என்பார் திருமூலர். அமெரிக்க தத்துவாசிரியரான டாக்டர் காங்கர் (Dr. Conger) அவர்களும் இயற்கையில் சூனியமென்பதில்லை என்று கருதுகின்றார்.*

இயற்கையில் அழிவு என்பது ஒன்றில்லை. ஓவியங்கள் தீட்டப்படுகின்றன; பிறகு துடைக்கப்படுகின்றன. அவ்வளவுதான். எப்பொருளைக் கொண்டு ஓவியங்கள் தீட்டப்படுகின்றனவோ, அப்பொருள் அழியவில்லை. படைப்பும், துடைப்பும் பிரபஞ்சத்தில் நிகழும் இரட்டைத் தொழில்கள்.

படைப்பின் விதிகளின்படி பிரபஞ்சம் முழுதும் வேறு ஒரு பரம் பொருளில் ஒடுங்கவேண்டும். அப்பொருள் யாது? இதற்கு விடையிறுத்தல் எளிதல்ல. இது ஒரு முடிவிலா கேள்வியாகும். அதற்குத் தெளிவைக் காணும் முயற்சியில் மனிதன் வெற்றியுறுவானா?

முற்றும்

* The Epitomisation by Dr. Conger.

## அனுபந்தம் 1

# வெற்றுக் கண்களுக்கு அதிக ஒளியுடன் தோற்றும் 20 மீன்களைப் பற்றிய விவரம்

| மீனின் பெயர் | எந்தக் கூட்டத்தில் உள்ளது. | தூரம், ஒளியாண்டுகள். | சூரிய ஒளியை விட எத்தனை மடங்கு அதிக ஒளியையுடையது. | மீனமண்டலப் பகுதிகளில் எந்தப் பகுதியில் உள்ளது. |
|---|---|---|---|---|
| சிரியஸ் (α Canis majoris) | பெருநாய்க் கூட்டம் | 8·6 | 2·63 | 9 |
| கெனோபஸ் அகஸ்தியர் (α Carinae) | கேரினே | * | * | 16 |
| ஆல்பா செண்டாரி (Alpha Centauri) | செண்டாரி | 4·3 | 1 3 | 18 |
| வீகா-அபிஜித் (α Lyrae) | லைரே | 26 0 | 50·0 | 7 |
| கேபல்லா (α Aurigae) | ஆரிகே | 52·0 | 185 0 | 3 |
| ஆர்க்டூரஸ்-சுவாதி (α Bootes) | பூவோடிஸ் | 41·0 | 100 0 | 11 |
| ரீகல் (β Orionis) | ஓரியான் | 500·0 | 15,000·0 | 9 |
| புரோஸையான் (α Canis Minoris) | சிறுநாய்க் கூட்டம் | 10 5 | 5 5 | 9 |
| அகெர்னர் (α Eridani) | எரிடானி | 70 0 | 200·0 | 14 |
| பீடா செண்டாரி (Beta Centauri) | செண்டாரி | 300 0 | 3,000 0 | 18 |
| ஆல்டேர்-திருவோணம் (α Aquilae) | அக்விலே | 16·0 | 9·2 | 12 |
| பீடல்கூஸ்-திருவாதிரை (α Orionis) | ஓரியான் | 200 0 | 1,200·0 | 9 |
| ஆல்பா குருசிஸ் (α Crusis) | குருசிஸ் | 230 0 | 1,600 0 | 17 |
| ஆல்டிபரான்-உரோகிணி (α Tauri) | ரிஷபம் | 57·0 | 90 0 | 9 |
| போலக்ஸ்-புனர்பூசம் (α Geminorium) | மிதுனம் | 32·0 | 28·0 | 4 |
| ஸ்பைகா-சித்திரை (α Virginis) | கன்னி | 230 0 | 1,500 0 | 11 |
| அண்டாரிஸ்-கேட்டை (α Scorpii) | விருச்சிகம் | 380·0 | 4,000·0 | 18 |
| போர்மால்ஹாட் (α Piscis Australis) | பிஸ்கிஸ் ஆஸ்டிரேலிஸ் | 24·0 | 13·5 | 14 |
| டேனப் ( Cygni) | அன்னம் | 600·0? | 10,000 0? | 12 |
| ரெகுலஸ்-மகம் (α Leonis) | சிம்மம் | 56·0 | 70 0 | 10 |

* இன்னும் கண்டு பிடிக்கப்படவில்லை.

# அனுபந்தம் 2

## நாண்மீன்களும் யோகதாரைகளும்

| நாண்மீனின் பெயர் | கூட்டத்தில் அடங்கியுள்ள மீன்களின் தொகை | மேனாட்டு வானநூலின்படி மீன் கூட்டத்தின் பெயர் |
|---|---|---|
| 1. அஸ்வனி | 3 | ஏரியடிஸ் ($\alpha$ Arietis) |
| 2. பரணி | 3 | ஏரியடிஸ் (35 Arietis-Musca) |
| 3. கிருத்திகை | 6 | டாரி (ரிஷபம்) ($\pi$ Tauri) |
| 4. உரோகிணி | 5 | ரிஷபம் ($\alpha$ Tauri) Aldebaran |
| 5. மிருகசீரிடம் | 3 | ஓரியான் ($\lambda$ Orionis) |
| 6. திருவாதிரை (ஆருத்ரா) | 1 | ஓரியான் ($\alpha$ Orionis) Betelgeux |
| 7. புனர்பூசம் | 4 | ஜெமினி / மிதுனம் } ($\beta$ Geminorium) Pollux |
| 8. பூசம் | 5 | கடகம் ($\delta$ Cancri) |
| 9. ஆயில்யம் | 5 | கடகம் (Cancri) |
| 10. மகம் | 5 | சிம்மம் ($\alpha$ Leonis) Regulus |
| 11. பூரம் | 2 | சிம்மம் ($\delta$ Leonis) |
| 12. உத்தரம் | 2 | சிம்மம் ($\beta$ Leonis) |
| 13. அஸ்தம் | 5 | கார்வஸ் ($\delta$ Corvus) |
| 14. சித்திரை | 1 | கன்னி ($\alpha$ Virginus) Spica |
| 15. சுவாதி | 1 | புவோடிஸ் ($\alpha$ Bootes) Arcturus |
| 16. விசாகம் | 4 | துலாம் ($\alpha$ Librae) |
| 17. அனுஷம் | 4 | விருச்சிகம் ($\delta$ Scorpionis) |
| 18. கேட்டை | 3 | விருச்சிகம் ($\alpha$ Scorpionis) Antares |
| 19. மூலம் | 11 | விருச்சிகம் ($\lambda$ Scorpionis) |
| 20. பூராடம் | 2 | தனுஸ் ($\delta$ Sagittarius) |
| 21. உத்தராடம் | 2 | தனுஸ் ($\tau$ Sagittarius) |
| 22. திருவோணம் | 3 | கழுகு ($\alpha$ Aquilae) |
| 23. அவிட்டம் | 4 | டெல்பினி ($\alpha$ Delphini) |
| 24. சதயம் | 100 | கும்பம் ($\lambda$ Aquarii) |
| 25. பூரட்டாதி | 2 | பறக்கும் குதிரை ($\alpha$ Pegasi) |
| 26. உத்தரட்டாதி | 2 | ஆண்டிரோமீடா ($\alpha$ Andromeda) |
| 27. இரேவதி | 12 | $\zeta$ பிஸ்கம் (மீனம்) |

## அனுபந்தம் 3

## இராசிகளின் பெயர்களும், அவற்றைக் காட்டும் குறிகளும்

| இந்திய முறையில் | மேனாட்டு முறையில் | | குறிகள் |
|---|---|---|---|
| மேடம் | Aries | (ஏரிஸ்) | ♈ |
| ரிஷபம் | Taurus | (டாரஸ்) | ♉ |
| மிதுனம் | Gemini | (ஜெமினி) | ♊ |
| கடகம் | Cancer | (கான்சர்) | ♋ |
| சிம்மம் | Leo | (லியோ) | ♌ |
| கன்னி | Virgo | (விர்கோ) | ♍ |
| துலாம் | Libra | (லிப்ரா) | ♎ |
| விருச்சிகம் | Scorpio | (ஸ்கார்பியோ) | ♏ |
| தனு | Sagittarius | (சேஜிட்டாரியஸ்) | ♐ |
| மகரம் | Capricorn | (கேப்ரிகார்ன்) | ♑ |
| கும்பம் | Aquarius | (அக்வேரியஸ்) | ♒ |
| மீனம் | Pisces | (பிஸ்கிஸ்) | ♓ |

## கோள்களின் பெயர்களும் அவற்றைக் காட்டும் குறிகளும்

| இந்தியப் பெயர் | மேனாட்டுப் பெயர் | குறி | இந்தியப் பெயர் | மேனாட்டுப் பெயர் | குறி |
|---|---|---|---|---|---|
| சூரியன் | Sun | ☉ | சனி | Saturn | ♄ |
| சந்திரன் | Moon | ☽ | ராகு | Dragon'sHead | ☊ |
| செவ்வாய் | Mars | ♂ | கேது | Dragon'sTail | ☋ |
| புதன் | Mercury | ☿ | யுரேனஸ் | Uranus | ♅ |
| வியாழன் | Jupiter | ♃ | நெப்தியூன் | Neptune | ♆ |
| வெள்ளி | Venus | ♀ | புளூடோ | Pluto | ♇ |

# அனுபந்தம் 4
# கிரேக்க எழுத்துக்கள்

மேனாட்டு விஞ்ஞானிகள், சிறப்பாக வான சாஸ்திரிகள், விஞ்ஞான நூல்களில் கிரேக்க மொழியின் எழுத்துக்களை மிகவும் விருப்பத்துடன் கையாண்டுள்ளார்கள். வானத்தில் தோற்றும் மீன்களுக்கும் மீன் கூட்டங்கட்கும் கிரேக்கப் பெயர்களே அளிக்கப்பட்டுள்ளன. ஒரு மீன் கூட்டத்தில் பல மீன்கள் அடங்கியுள்ளன. அவற்றின் ஒளிக்கூறுகளைக் கொண்டு அவை பல தரங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. மிகவும் அதிக ஒளியையுடைய மீனை ஒளிக்கூறு (Magnitude) ஒன்று என்றும், அதனிலும் சற்றுக் குறைந்த ஒளியையுடைய மீனை ஒளிக்கூறு இரண்டு என்றும்' இவ்வாறே முப்பதாவது ஒளிக்கூறு வரையில் மீன்கள் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. ஆறும் ஒளிக்கூறு வரையில் வெற்றுக் கண்களினால் எளிதில் பார்க்கலாம். அதற்குமேல் தூரதரிசினியின் உதவியை நாடவேண்டும்.

ஒரு கூட்டத்தில் உள்ள முதல் ஒளிக்கூறு மீனை இந்நாட்டில் யோகதாரை என்கின்றோம். ஆனால் மேனாட்டு வான நூலில் அதை கிரேக்க நெடுங்கணக்கின் முதல் எழுத்தாகிய "$\alpha$" (Alpha) ஆல்ஃபா என்ற எழுத்தால் குறிப்பிடுகின்றார்கள். அதற்கடுத்த தரத்தை "$b$" (Beta) பீட்டா என்றும், மூன்றும் தரத்தை "$y$" (Gamma) காமா என்றும் இவ்வாறே எல்லா தரங்களும் குறிக்கப்படுகின்றன. உதாரணமாக, Scorpii-ஸ்கார்பியை, அதாவது, விருச்சிகம் என்பது ஒரு மீன் கூட்டம். அதன் யோகதாரை Antares-அண்டாரிஸ்-கேட்டை என்பது. அது வானசாஸ்திரத்தில் $\alpha$ scorpii (alpha scorpii) ஆல்ஃபா ஸ்கார்பியை என்று குறிக்கப்படுகின்றது.

இச்சிறு நூலில் இந்த முறை கையாளப்படவில்லையாயினும் மேற்கொண்டு வான நூலிற் பயிற்சியுடைய விருப்பமுள்ளவர்கள் இதை யுணர்ந்து கொள்ளல் வேண்டும். எனவே கிரேக்க நெடுங்

கணக்கைக் கற்றுக் கொள்ளுவது இன்றியமையாததாகும். இதோ அவ்வெழுத்துக்கள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

α : Alpha - ஆல்ஃபா.

β : Beta - பீட்டா.

γ : Gamma - காமா.

δ : Delta - டெல்ட்டா.

ε : Epilson - எபில்சன்.

ζ : Zeta - ஜீட்டா.

η : Eta - ஈட்டா.

θ : Theta - திட்டா.

ι ; Iota - ஐயோட்டா

κ : Kappa - கப்பா.

λ : Lamda - லம்டா.

μ : Mu - மூ.

ν : Nu - நு.

ξ : Xi - க்ஸி.

ο : Omicron - ஒமிக்ரான்.

π : Pi - பை.

ρ : Rho - ரோ.

σ : Sigma - சிக்மா.

τ : Tau - டா.

υ : Upsilon - உப்சிலான்

φ : Phi - ஃபி.

χ : Chi - சி.

ψ : Peri - பெரி.

ω : Omega - ஒமெகா.

# அநுபந்தம் 5

## உஷ்ணமானி (Thermometer)

ஒரு பொருளின் தட்பவெப்பம் அல்லது சீதோஷ்ண நிலையை அறிந்துகொள்ள உஷ்ணமானி (Thermometer) என்ற ஒரு கருவி உபயோகிக்கப் படுகிறது. இக்கருவியில் மூன்று வகை உண்டு. அவையாவன: (1) ரூமர்ஸ் தெர்மாமீடர் (Reumer'sThermometer), (2) செண்டிகிரேட் (Centigrade Thermometer), (3) பாரன்ஹீட் தெர்மாமீடர் (Fehrenheit Thermometer).

ஒரு மெல்லிய கண்ணாடிக் குழாயில் மேல்புறம் மூடப்பட்டு, அடிப்புறத்தில் பாதரஸம் நிரப்பப்பட்ட ஒரு சிறு கண்ணாடிக் குப்பி உள்ளது. இந்த மெல்லிய கண்ணாடிக் குழாய்க்குள மயிரிழையினும் நுட்பமான ஒரு குழாய் அமைக்கப் பட்டிருக்கிறது. உஷ்ணமானி சூடேற்றப்பட்ட நீரிலோ, அல்லது, வேறு எப் பொருளின் மேலோ வைத்தால், குப்பியில் உள்ள பாதரஸமும் சூடேறி அளவில் விரிவடைகிறது. அது உடனே மயிரிழையைப் போன்ற நுண்குழாயில் ஏறுகிறது. எவ்வளவு சூட்டிற்கு எவ்வளவு உயரம் ஏறுகிறது என்று கணக்கிட்டு உஷ்ணமானியின் மேல் பலகோடுகள் வரையபபட்டுள்ளன.

இந்த ஒவ்வொரு கோட்டுக்கும் ஒரு டிகிரி என்று பெயர். டிகிரி என்ற சொல்லுக்கு "°" இந்தக் குறியிடபபட்டிருக்கிறது. அதாவது "10 டிகிரி" என்ற சொல் "10°" என்ற வரி வடிவத்தால் குறிக்கப்படுகின்றது.

ரூமர்ஸ் உஷ்ணமானி 80 கோடுகள் அல்லது டிகிரிகளாகப் பகுக்கப் பட்டிருக்கிறது. உறைந்து பனிக்கட்டியான நீரின்மேல் இந்த உஷ்ணமானியின பாதரஸக் குப்பியை வைத்தால் பாதரஸம் "0" (பூஜ்யம்) என்ற இடத்தில் நிற்கிறது. கொதிக்கும் தண்ணீரில் வைத்தால் பாதரஸம் "80°" என்ற இடத்தில் ஏறி நிற்கிறது.

செண்டிகிரேட் உஷ்ணமானி 100 டிகிரிகளாகப் பகுக்கப்பட்டுள்ளது. பனிக்கட்டியின் மேல் அதை வைத்தால் பாதரஸம் "0" (பூஜ்யம்) என்ற இடத்தில் நிற்கிறது. கொதிக்கும் தண்ணீரில் வைத்தால் அது "100°" என்ற இடத்திற்கு ஏறுகிறது.

பாரன்ஹீட் உஷ்ணமானியில் 212 டிகிரிகள் குறிக்கப்பட்டுள்ளன. இதைப் பனிக்கட்டியின் மேல் வைத்தால் பாதரஸம் "32°" என்ற இடத்தில் நிற்கிறது. கொதிக்கும் தண்ணீரில் வைத்தால் "212°" என்ற கோட்டில் பாதரஸம் ஏறி நிற்கிறது. வைத்தியர் நோயாளியின் சுரத்தை அளக்க உபயோகிப்பது இந்த வகை

உஷ்ணமானிதான். மக்களின் உடம்பில் வெப்பம் 94 டிகிரிகளுக்குக் கீழ் இறங்குவதில்லை; 108 டிகிரிக்கு மேல் ஏறுவதில்லை. ஆகையால் டாக்டர்கள் உபயோகிக்கும் இந்த உஷ்ணமானியில் 94° முதல் 108° வரையில்தான் குறிக்கப்பட்டுள்ளன.

ரூமர்ஸ் உஷ்ணமானியால் அளக்கப்பட்ட சீதோஷ்ணத்தைக் குறிக்கும் எண்ணுக்குப் பிறகு "R" என்ற எழுத்தையும் (உதாரணம்: 80°R), செண்டிகிரேட் உஷ்ணமானியால் அளக்கப்பட்ட சீதோஷ்ணத்தைக் குறிக்கும் எண்ணுக்குப் பிறகு "C" என்ற எழுத்தையும் (உதாரணம: 100°c), பாரன்ஹீட் உஷ்ணமானியால் அளக்கப்பட்ட சீதோஷ்ணத்தைக் குறிக்கும் எண்ணுக்குப்பின் "F" என்ற எழுத்தையும் (உதாரணம் : 212°F), உபயோகிக்கிறோம்.

பாரன்ஹீட் உஷ்ணமானியின் மற்றொரு வகை வாயுமண்டலத்தின் சீதோஷ்ணத்தை யளக்கும் உயர்ந்த, குறைந்த அளவை உஷ்ணமானி (Maximum Minimum Thermometer) என்பது.

பனிக்கட்டியில் நாம் பெறும் குளிர்ச்சியைவிட இன்னும் அதிக குளிர்ச்சியையும் சத்துப் பொருள்களில் அடைவதுண்டு. உதாரணமாக, தண்ணீர் பனிக்கட்டி நிலையைவிட 40° அதிக குளிர்ச்சியடைந்து விட்டது என்று வைத்துக் கொள்ளுவோம். ரூமர்ஸ் உஷ்ணமானியில் "O" நிலையைவிட 40° குறைந்திருப்பதால் அந்தக் குளிர்ச்சியை "—40°R" என்ற எண்ணால் குறிக்கின்றோம். செண்டிகிரேட் உஷ்ணமானியாயின் "O" நிலையைவிட 40° குறைந்த குளிர்ச்சியை "—40°C" என்று குறிக்கின்றோம். பாரன்ஹீட் உஷ்ணமானியில், தண்ணீர் பனிக்கட்டியாக உறையும் இடம் 32° ஆகையால் பாதரஸம் அதிலிருந்து இறங்கி பூஜ்யத்தின் கீழ் 8°-யை அடைகிறது. இந்த நிலையை "—8°" என்று குறிக்கின்றோம்.

எல்லா உஷ்ணமானிகளிலும் பூஜ்யத்தின் கீழ் உள்ள குளிர்ச்சி நிலையைக் காட்டும் டிகிரிகளுக்கு முன் "—" என்ற கழித்தல் (Minus) குறியை இடுகின்றோம்.

இந்த முறையில்தான் சந்திரன் மேல் சூரிய ஒளிபடாத பகுதியில் "—300°F" குளிர் உள்ளதென்றும், வியாழனில் எப்போதுமுள்ள குளிர் "—200°F" என்றும் கூறுகின்றோம்.

# கலைச் சொற்கள்

அகச் சிகப்பு - Infra red
அடிவானம் - Horizon
அட்ச சலனம் - Nutation
அணு - Atom
அணு தத்துவம்-Atomic Theory
அண்ட வடிவம் - Ellipsis
அதிர்ச்சி - Frequency
அபிஜித் - Vega
அயனச்சலனம் - Precession of Equinoxes
அயனவட்டம் - Solstitial Colure
அயனுறுதல் - Ionisation
அயனி - Ion
அரோரா - Aurora
அலைகள் - Waves
அலை நீளம் - Wavelength
அலை வாதம் - Tidal Theory
ஆகாயம் - Ether
ஆரஞ்சு - Orange (colour)
ஆர்கான் - Argon
இண்டர்பிரோர் மீட்டர் - Interferometer
இராகு - Ascending Node
இராசி - Zodiac
இராசி ஒளி - Zodiacal Light
இரும்பு ஆக்சைட் - Iron Oxide
உச்சம் - Aphelion, Apogee
உச்சி - Zenith
உச்சி ரேகை - Meridian
உத்தராயண சந்தி - Winter Solstice
உபகோள் - Moon, Sub-Planet
உயிர் இரசாயனம்-Bio Chemistry
உயிர் நூல் - Biology
ஊதா - Violet (colour)
எக்ஸ்-கதிர்கள் X-Rays
எரிகல் - Meteorite
எரிமீன் - Meteor
ஒலி - Sound
ஒளி - Light
ஒளிக்கூறு - Magnitude
ஒளிப்புரை - Photosphere
ஒளி முடி - Corona
ஒளி வண்ணம் - Spectrum
ஒளியாண்டு - Light Year
ஓஜோன் — Ozone
ககோளம் - Celestial Sphere
கங்கண சூரிய கிரஹணம் - Annular Eclipse
கண்ணாடிக்குப்பி - Flask
கதி - Orbit (of heavenly bodies)
கதிர் வீசும் செயல் - Radio-Activity
கரி - Corbon
கரியமில வாயு - Carbon-di-oxide
கரு - Nucleus
கரும் புள்ளிகள் - Sun spots
கர்ணம் - Radius
கலவை - Compound(Chemical)
கவர்ச்சி - Gravitation
கவர்ச்சி விதி - Law of Gravitation
கனல் கதிர்கள் - Heat Rays (Infra - Red Rays)
காந்த ஈர்ப்பு - Magnetic force
காமா கதிர்கள் - Gamma Rays
கார்பன் மானாக்சைட் - Carbon Monoxide
கிரஹணம் - Eclipse
கிரஹண நிகழ்வு காலம் - Saros period.
கிராந்தி - Declination
கிராந்திவட்டம் - Ecliptic
கிரைடான் - Cryton
கிளிவைட் - Clevite
குதிரை ஒட்டம் - Horse Power
குவாயு - Refraction
குரோமியம் - Chromium
குளோரோபில் - Chlorophyll
குறள் - Dwarf
கேந்திரம் - Centre
கேது - Descending Node
கோளம் - Sphere

கோள் சந்திகள் - Nodes
கோள் - Planet
கோள் நெபுலம் - Planetary Nebula
சங்கேதக் கணிதம் - Algebra
சக்தி - Energy, Force
சத்து - Matter
சந்திரன் - Moon
சனி - Saturn
சிவப்பு - Red
சிறுகோள் - Asteroid
சுண்ணச்சத்து - Calcium
சூரியன் - Sun
செந்நிறப்புரை - Chromosphere
செவ்வாய் - Mars
சோடியம் குளோரைட் - Sodium Chloride (Common Salt)
சௌரமானம் - Synodic Period
சௌர நாள் - Synodic day
டாப்ளர் பலன் - Doppler-Effect
தட்சணாயன சந்தி - Summer Solstice
தட்பவெப்பம் - Temperature
தணற் கொழுந்துகள் - Solar Prominences
தலை கீழ்ப்புரை - Inversesphere
திசை காட்டும் கருவி - Compass
திண்மை - Density
திரிகோணக் கணிதம் - Trigonometry
தீவர்த்திகள் - Faculae (in the Sun)
துருவதாரை - Polestar
துருவம் - Pole
தூரதரிசினி - Telescope
தொடர்பு வாதம் - Theory of Relativity
நட்சத்திரம் - Star
நட்சத்திர நாள் - Siderial Day
நட்சத்திர மானம் - Siderial Period
நவம் - Nova
நாண் மீன்கள் - Constellations
நியான் - Neon
நிரட்ச ரேகை - Equator
நிலக்கரி - Coal
நிலைப்பண்பு - Inertia
நீசம் - Perihelion, Perigee
நீராவி - Water Vapour
நீர்வாயு - Hydrogen
நீலம் - Indigo
நெபுலம் - Nebula
நெப்டியூன் - Neptune
பகிரண்டம் - Meta Galaxy
பச்சை - Green
பரப்பு - Area
பார்வை வாயில் - Threshold of Vision
பரிமாணம் - Mass
பார்செக் - Parsec
பிரதிபிம்ப தூரதரிசினி - Reflecting Telescope
பிரபஞ்சம் - Universe, Cosmos
பிரபஞ்சக் கதிர் - Cosmic Rays
பிரபஞ்சக் கதிர்மானி - Cosmic Ray Counter
பிரபஞ்சப் புழுதி - Cosmic Dust
பிரபஞ்ச முகில் - Cosmic Cloud
பிரபஞ்ச மெழுகு - Cosmo Plasma
பிரளயம் - Glacial Period
பிராணவாயு - Oxygen
புடைபெயர்ச்சி - Parallax
புதன் - Mercury
புரைகள் - Layers
புரோடான் - Proton
புளூடோ - Pluto
புற ஊதா கதிர்கள் - Ultra Violet rays
பூதக் கண்ணாடி - Lens
பூமி - Earth
பூமையம் - Centre of Earth
பூ வமைப்பு நூல் - Geology
பேரணு - Molecule
பேரண்ட வடிவகதி - Parabolic orbit

பொட்டாசியம் - Potassium
போடோ எலக்ட்ரிக் செல் - Photo Electric Cell
போடோ காமிரா - Photographic Camera
மகா மண்டலம் - Super Galaxy
மக்னீஷியம் - Magnesium
மஞ்சள் - Yellow
மட்டம் - Plane
மாறும் மீன்கள் - Variable Stars
மின்சாரக் கதிர் - Electric Waves
மின்சாரக் கொள்கை - Electro-Magnetic Theory
மின்சாரம் - Electricity
மின்னணு - Electron
மீன் - Star
மீன்கூட்டங்கள் - Constellations
மீன் மண்டலம் - Galaxy
முப்பட்டைக் கண்ணாடி - Prism
மூலம் - Element
மெழுகுவர்த்தி - Candle
மேட சங்கராந்தி - (மேடத்தின் முதற்பாதம்) - First point of Aries
மைய விரிவு - Coutrifugal force
யுரேனஸ் - Uranus
ரேடியக் கிளர்ச்சி - Radio activity
ரேடியம் - Radium
ரேடியோ கதிர்கள் - Radio Waves
வக்கரித்தல் - Retrograde motion
வசந்த சம்பதம் - Vernal Equinox
வட்டம் - Circle
வாயுமண்டலம் - Atmosphere
வால்மீன் - Comet
வான அளவை யூனிட் - Astronomical Unit
வான ஆராய்ச்சிக் கூடம் - Observatory
வான நூல் - Astronomv
வான பௌதிகம் - Astro- physics
விடுதலை வேகம் - Velocity of Escape.
விண்மீன் - Star
வியாழன் - Jupiter
விஷுவாம்சம் - Right Ascension
வெண்ணீலம் - Blue
வெளி - Space
வைட்டமின்-டி - Vitamin-D
ஹீலியம் - Helium
ஹைட்ரஜன் - நீர்வாயு
ஷ்மிட் தூரதரிசினி - Schmidt Telescope
ஸ்ட்ரேடாஸ்பியர் - Stratosphere
ஸ்பெக்ட்ராஸ்கோப் - Spectroscope
ஸ்பெக்ட்ரோ ஹீலியாஸ்கோப் - Spectro Helioscope

# BIBLIOGRAPHY


1. Indian Astronomy ... G. Thibanlt.
2. Hindu Astronomy ... W. Brennand.
3. Upapathindhu Sekhar ... Durga Prasad Dvivedi.
4. Astrology and Modern Thought ... B. V. Raman.
5. Frontiers of Astronomy ... David S. Evans.
6. Life in the Stars ... Sir F. Younghusband.
7. The Universe ... Frank Allen.
8. Science Today and Tomorrow ... Waldermar Kaempffert.
9. Science Looks Ahead ... Prof A M. Low.
10. Flights from Chaos ... Harlow Shapley.
11. The Living Universe ... Sir F. Younghusband.
12. The Story of Variable Stars ... L. Campell & L. Jacchia.
13. The Evolution of the Worlds ... Dr. P. Loweli.
14. The Wonders of the Stars ... Joseph Mccabe.
15. The Stars in their Courses ... Sir James Jeans.
16. Through Space and Time ... Sir James Jeans.
17. The Heavens ... Guillemin.
18. Wonder and Glory of the Stars ... Forbes.
19. Astronomy ... John C. Duncan.
20. An Easy Outline of Astronomy ... Davidson.
21. Astronomy for Beginners ... Davidson
22. Hand Book of Astronomers ... George F. Chambers.
23. The Solar System and its Origin ... H. N Russel.
24. The Story of Stellar Evolution ... G E Hale
25. General Astronomy ... H Spencer Jones.
26. The Music of the Spheres ... F. A Grondal.
27. A. B. C of Relativity ... Bertrand Russel.
28. The Epitomisation ... Dr P. Conger.
29. Philosophy for the Future ... Raywood Sellars.
30. Indian Chronology ... R. Sewell.
31. Indian Chronology ... L. D S. Pillai.
32. Norton's Star Atlas ... Arthur P. Norton.
33. A Popular Guide to the Heavens... Ball.
34. The World Encyclopaedia ...
35. Science Review Periodical ... New York Times.
36. The Mysteries of Science ... H. L. C.
37. பண்டைத் தமிழ்ச் சான்றோரின் வான நூற்புலமை ... ந. மு. வே. நாட்டார்.
38. திருமந்திரம் ... திருமூலர்.

# பிழை திருத்தம்

| பக்கம் | வரி | பிழை | திருத்தம் |
|---|---|---|---|
| முகவுரை | | | |
| vii | 10 | அறிய | அரிய |
| 2 | 20 | ஒளிக்கதிர்கள் | ஒளிக்கதிர்கள் |
| 4 | 30 | ஓரு | ஒரு |
| | 34 | ஓரு | ஒரு |
| 6 | 16 | ஓரு | ஒரு |
| 10 | 4 | தூரத்திவிருப்ப தாகத்தான் | தூரத்திலிருப்பதாகத் தான் |
| | 19 | அதன | அதன் |
| 13 | 42 | "த'" | 'தா" |
| 15 | 8 | ஒளியார்ண்டுகள் | ஒளியாண்டுகள் |
| 20 | 25 | ஓளியையும் | ஒளியையும் |
| 24 | 5 | ஓரு | ஒரு |
| 25 | 25 | ஆகின்ற .. | ஆகின்றன. |
| 26 | 32 | கருவியினின், றும் | கருவினின்றும் |
| 27 | 17 | ஒனியினது | ஒளியினது |
| 28 | 35 | பூயியின் | பூமியின் |
| 30 | 36 | மழையின | மழையின் |
| 31 | 22 | ஓரு | ஒரு |
| 34 | 14 | ஓரு | ஒரு |
| | படம்-7 | மின்னனுக்கள் | மின்னணுக்கள் |
| 35 | 6 | திரள்களானது | திரள்களாலானது |
| | 26 | உளளது | உள்ளது |
| 36 | 34 | எனபது | என்பது |
| 38 | 5 | முடிவில் | முடியில் |
| 40 | 19 | கோளகளுக்கும் | கோள்களுக்கும் |
| 43 | 14 | சித்திரைதகளும், | சித்திரவதைகளும், |
| 47 | 9 | படம்—ம் | படம் |
| 48 | 40 | தெரடங்கினர் | தொடங்கினர் |
| 49 | 20 | ஓரு | ஒரு |
| 50 | 23 | சூரியனுக்குமுனள | சூரியனுக்குமுள்ள |
| | 52 | மயக்கத்தையும் | மயக்க மருந்தையும் |
| 53 | 20 | குனறிமணி | குன்றிமணி |
| 58 | 39 | என்ென்ன | என்னென்ன |
| 60 | 22 | 1,36,00,9000 | 1,35,00,000 |
| 64 | 7 | Ecleptic | Ecliptic |
| | 13 | வெள்ளைளியப் | வெள்ளியைப். |
| | 17 | செல்லுகினறன | செல்லுகின்றன |

| பக்கம் | வரி | பிழை | திருத்தம் |
|---|---|---|---|
| 65 | 20 | பூமத்தியரேகை பண்டை | பூமத்தியரேகையண்டை |
| | 40 | உள்ளாபகத்தில் | உள்ளபாகத்தில் |
| 66 | 15 | தன்னுருவில | தன்னுருவில் |
| | 26 | பமபரம்போல் | பம்பரம்போல் |
| 70 | 10 | என்று | என்ற |
| | 38 | இஃனும் | இஃதும் |
| 73 | 3 | நிலைபபண்பு | நிலைப்பண்பு |
| 74 | 36 | தள்ளபபடுகின்றது | தள்ளப்படுகின்றது |
| 76 | 42 | அடி | மைல் |
| 82 | 1 | அமைந்திருப்கின்றன. | அமைந்திருக்கின்றன |
| 86 | 5 | Vernal Eqniox | Vernal Equinox |
| 87 | படம்-27 | மெய்த்தோற்றம். | பொய்த்தோற்றம் |
| 91 | 3 | ஓரு | ஒரு |
| | 30 | 365 242264 | 365·242264 |
| 95 | 19 | ஏன்பவர் | என்பவர் |
| 96 | 2 | ஒப்புக்கொள்ளுகிறார் கள். | ஒப்புக்கொள்ளுகிறார்கள் |
| 111 | 20 | உயர்ந்துக்கொண்டே | உயர்ந்துகொண்டே |
| 118 | 7 | தனித்தனியினறி | தனித்தனியின்றி |
| 119 | 7 | வெபபத்தினளவு | வெப்பத்தினளவு |
| 133 | 12 | இறபப | இறப்ப |
| 135 | 20 | ஆபபிரிக்காவில் | ஆப்பிரிக்காவில் |
| 149 | 8 | வெணமை | வெண்மை |
| | 36 | இது | இது. |
| 157 | 19 | ஓரு | ஒரு |
| 160 | 6 | மறைப்பபட்டுப | மறைபட்டுப் |
| 161 | 19 | மீன | மீன் |
| | 29 | புகைபபடம் | புகைப்படம் |
| | 31 | ஒளியாண்டு கடகப்பாலுள்ள | ஒளியாண்டு கட்கப்பாலுள்ள |
| 164 | 18 | கறறைகள் | கற்றைகள் |
| 165 | 25 | வெப்பம | வெப்பம் |
| 170 | 12 | மீன்ஙள் | மீன்கள் |

பதிப்பாளர்:

**M. S. மரகதம் அம்மாள்,**

7-A, அகத்தீஸ்வரன் கோயில்

தெற்குமாட வீதி,

நுங்கம்பாக்கம், சென்னை.